FORUM CZYTELNIKÓW

5/96

3 zł 90 gr ( 39 000 zł )

maj 1996

# ELEKTRONIKA dla wszystkich

▲ Alarm samochodowy

▲ Strzelnica świetlna

▲ Regulator temperatury

## Ściemniacz - korektor video

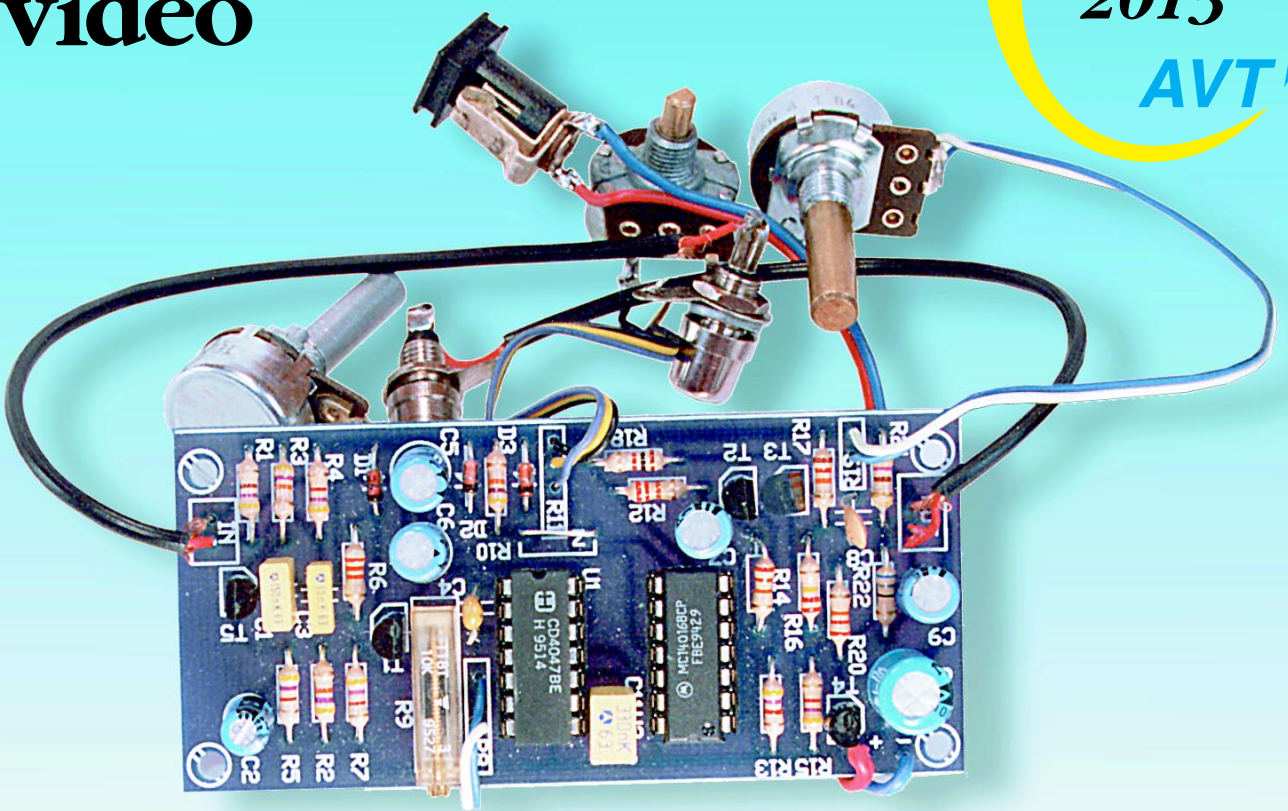
## Nareszcie mamy Wiosnę

- Generator m.cz. - próbnik
- Generator w.cz. - próbnik
- Woltomierz analogowy LED
- Termometr elektroniczny
- Programowana dioda Zenera

INDEKS 333 62X ISSN 1425-1698

# Ściemniacz-korektor video

kit 2013 AVT



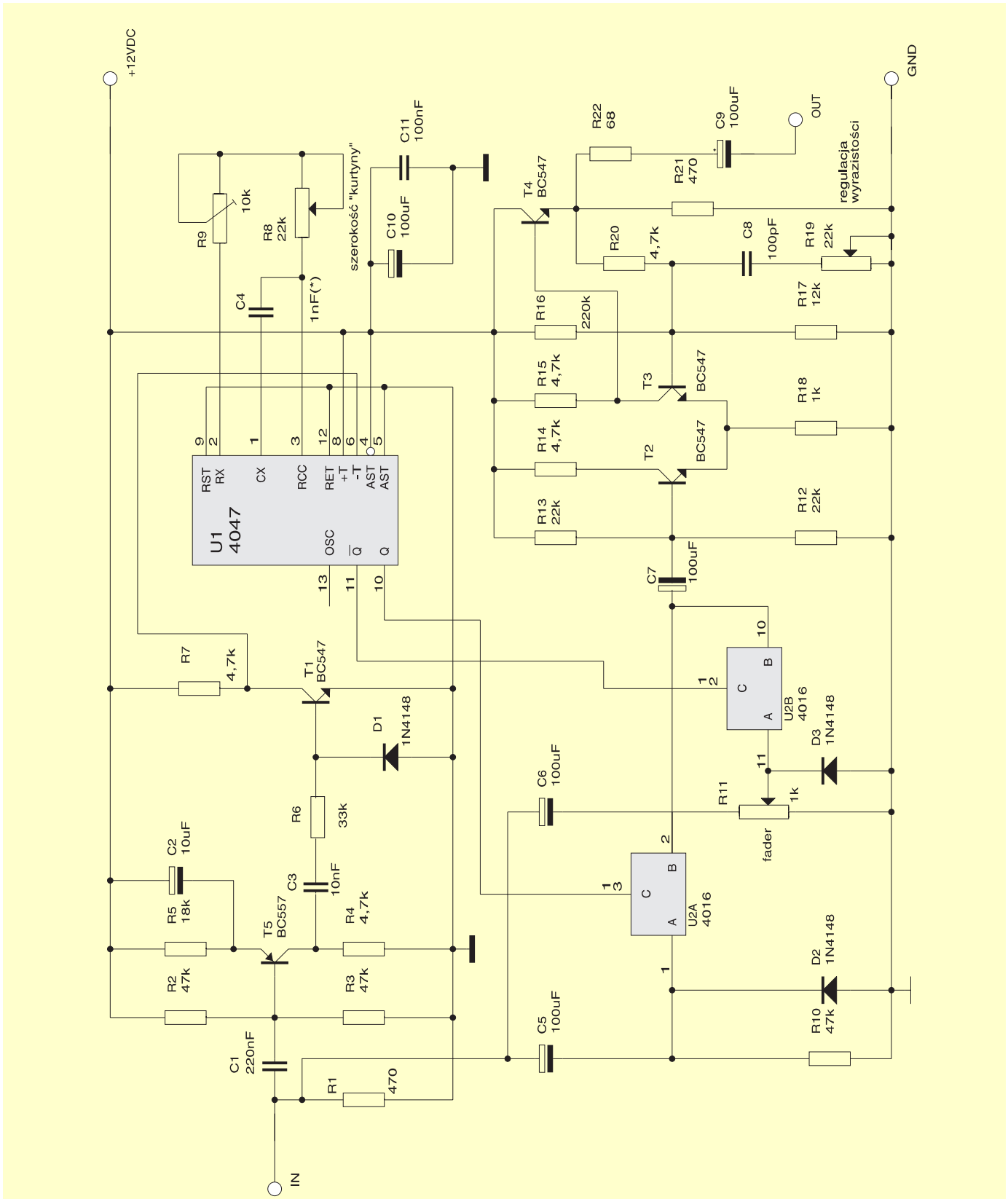
*Jeden z największych geniuszy światowego kina - Sergiusz Eisenstein - udowodnił, że zręcznym montażem można zasugerować widzowi prawie wszystko. Nie będzie więc przesadą stwierdzenie, ze montaż jest najważniejszym elementem sztuki filmowej. Opisujemy zatem urządzenie bardzo przydatne amatorom video przy próbach montowania filmów. Proponowany układ zawiera w sobie dwa rodzaje ściemniaczy: zwykły ściemniacz, tzw. fader i układ wygaszania poziomego, przypominający swoim działaniem odsłanianie kurtyny. Funkcje te mogą w wielu wypadkach zastąpić brutalny zabieg montażowy, jakim niewątpliwie jest cięcie. Przy wielokrotnym kopiowaniu taśm przyda się także z pewnością układ podnoszenia wyrazistości obrazu, również zawarty w proponowanym urządzeniu.*

## Opis układu

Schemat elektryczny układu pokazano na **rysunku 1**. Jak widać, układ jest niezwykle prosty i zawiera jedynie dwa (dokładniej: półtora) układy scalone i pięć tranzystorów. Nawet jednak tak mała ilość elementów może wydać się komuś zbyt duża: po co to wszystko, można chyba zastosować, podobnie jak w torze audio, zwyczajny potencjometr i przy jego pomocy uzyskać ściemnianie obrazu? Otóż, nie można! Przy takim rozwiązaniu uzyskalibyśmy wprawdzie zamierzony efekt, ale tylko w bardzo ograniczonym zakresie. Całkowity sygnał video składa się z dwóch zasadniczych elementów: ujemnych impulsów synchronizacji i dodatniego sygnału luminancji niosącego informacje o obrazie czarno-białym. Świadomie pomijamy w tym artykule sprawę koloru, nie ma ona bowiem dla funkcjonowania układu żadnego znaczenia. Stosując układ z potencjometrem osłabialibyśmy jednocześnie zarówno sygnał luminancji jak też impulsy synchronizujące i po niewielkim ściemnieniu doszłoby do zerwania synchronizacji. Tak więc nasz ściemniacz musi zmniejszać jedynie amplitudę sygnału luminancji pozostawiając impulsy synchronizujące bez zmian.

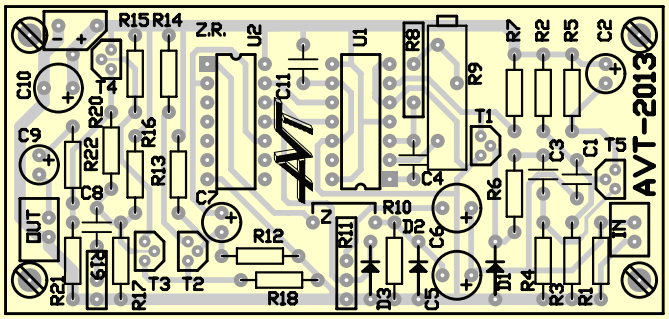
Przeanalizujmy teraz pracę układu dla uproszczenia zajmując się na razie tylko zwykłym ściemniaczem - faderem. Rolę detektora impulsów synchronizacji pełni fragment układu z tranzystorami T5 i T1. Tranzystor T5 pełni rolę wzmacniacza ujemnych impulsów synchronizacji, a T1 jest prostym inwerterem i jednocześnie dopasowuje sygnał wejściowy do poziomu wymaganego przez układy CMOS. W momencie nadejścia impulsu synchronizującego tranzystor T5 zaczyna przewodzić i dostarcza do bazy T1 krótki impuls, całkowany przez kondensator C3. Tranzystor ten wymusza na wejściu wyzwalającym U1 krótkotrwały stan niski rozpoczynając w ten sposób generację impulsu przez ten układ. Potencjometr R8 ustawiony jest teraz w pozycji najmniejszej rezystancji i czas trwania tego impulsu, wyznaczony przez rezystancję R9 i pojemność C4 wynosi 12µs - dokładnie tyle, ile wynosi czas trwania impulsu synchronizacji.

Układy U2A i U2B pełnią rolę przełączników elektronicznych. Jeżeli na wejściu sterującym C takiego przełącznika jest stan wysoki, to przewodzi on doprowadzone do niego sygnały. Kiedy natomiast na wejściu C jest stan niski, to




*Rys. 1. Schemat ideowy ściemniacza-korektora video.*

przełącznik reprezentuje rezystancję wielu megaomów i praktycznie nie przepuszcza żadnych sygnałów. Do obydwóch wejść przełączników za pośrednictwem kondensatorów C5 i C6 doprowadzony jest całkowity sygnał video z wejścia układu. Jak już ustaliliśmy, po każdym nadejściu impulsu synchronizacji włącza się uniwibrator U1. Stan logiczny "1" z jego wyjścia Q otwiera przełącznik elektroniczny U2A, przepuszczając bez żadnych przeszkód sygnał synchronizacji do wzmacniacza wyjściowego (T2, T3 i T4). Po zakończeniu trwania sygnału synchronizacji, U1 kończy generację impulsu, przełącznik U2A zamyka się, a stan wysoki z wyjścia Q\ U1 otwiera drugi z przełączników U2B. Do jego wejścia także doprowadzony jest sygnał video, ale tym razem amplituda tego sygnału może być




*Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.*

dowolnie zmniejszana za pomocą potencjometru R11. Wyjście drugiego przełącznika także jest połączone z wejściem wzmacniacza wyjściowego, na który zostanie tym razem skierowany sygnał luminancji, dowolnie przez nas osłabiony. Tak więc osiągnęliśmy nasz cel: impulsy synchronizacji przechodzą przez układ "nie uszkodzone" natomiast poziom sygnału niosącego informacje o obrazie może być dowolnie regulowany.

Przejdźmy teraz do drugiej funkcji realizowanej przez urządzenie - układu wygaszania poziomego. Tym razem załóżmy, że potencjometr R11 ustawiony jest w pozycji, przy której wejście A przełącznika U2B jest zwarte do masy. Tak jak uprzednio, potencjometr R9 ustawiony jest nadal w pozycji najmniejszej oporności. W takiej sytuacji ekran telewizora będzie całkowicie ciemny, "zasłonięty", ponieważ odbiornik otrzymuje jedynie sygnał synchronizujący. Zacznijmy teraz powoli zwiększać rezystancję R9. Impulsy generowane przez uniwibrator U1, których czas trwania zezwalał do tej pory jedynie na przepuszczanie przez U2A impulsów synchronizujących, zacznie się wydłużać. W efekcie tego zjawiska U2A zacznie przepuszczać do wzmacniacza wyjściowego coraz dłuższe fragmenty sygnału luminancji kolejnych linii, składających się na obraz TV. Obraz ten, początkowo całkowicie czarny, zacznie się "odsłaniać", tak jakbyśmy odsuwali z niego nieprzezroczystą kurtynę. Rezystancja potencjometru R9 została tak dobrana, że w jego skrajnym położeniu obraz zostanie całkowicie odsłonięty. W ten sposób osiągnęliśmy kolejny cel: na jednej płytce, z wykorzystaniem tych samych elementów, mamy już zbudowane dwa urządzenia: fader i układ wygaszania poziomego!

Interesujące efekty może dać symultaniczne operowanie dwoma potencjometrami (R9 i R11). Możliwość połączenia funkcji fadera i wygaszacza w jednym ujęciu z pewnością przyda się niejednemu z Was.

Ostatnią funkcją realizowaną przez nasz układ jest poprawianie wyrazistości obrazu. Nie bądźmy tu jednak zbyt wielkimi optymistami: z próżnego i Salomon nie naleje. Układ ten z pewnością nie doda do obrazu nie istniejących szczegółów. Takie możliwości posiadają jedynie wysoko wyspecjalizowane i kosztowne urządzenia do komputerowej obróbki obrazu filmowego. My musimy zadowolić się jedynie wzmocnieniem części sygnału luminancji o wyższych częstotliwościach. Da to efekt pozornej poprawy ostrości obrazu, taki, że o oszustwie przekonać się będzie można jedynie oglądając ekran telewizora z bardzo małej odległości. Podobnie działają także układy "regulacji ostrości" w popularnych magnetowidach. Nie dodają one niczego nowego do obrazu, ale jedynie poprawiają wyrazistość odtwarzania drobnych szczegółów. Poprawa wyrazistości obrazu jest realizowana przez uklad z C8 i R19, który powoduje "podbijanie" części sygnału video o większych częstotliwościach.

## Montaż i uruchomienie

Mozaikę ścieżek płytki drukowanej ściemniacza pokazano na **rysunku 2**. Płytka została zaprojektowana na laminacie jednostronnym i jako pierwsze połączenie należy wykonać zworę oznaczona na stronie opisowej literą "Z". Następnie należy wlutować diody i rezystory i przejść do montażu podstawek pod układy scalone I tu uwaga: w tym miejscu płytka została zaprojektowana wbrew znanym i powszechnie stosowanym regułom projektowania obwodów drukowanych. Zasadą jest, że układy scalone ustawimy zawsze w jednym kierunku, tzn. nóżkami nr 1 w jedną stronę. W przypadku naszej płytki postąpiono dokładnie odwrotnie i układy odwrócone są wzajemnie o kąt 180˚. Nawet jednak pobieżna analiza przebiegu ścieżek płytki wykaże, że typowe umieszczenie tych układów spowodowałoby znaczne powiększenie wymiarów płytki i konieczność zastosowania większej ilości zworek. Resztę montażu przeprowadzamy w tradycyjny sposób, zwracając uwagę na biegunowość kondensatorów elektrolitycznych i diod. Szczególnej uwagi wymagać będzie wlutowanie tranzystorów: ich punkty lutownicze są niewielkie i położone bardzo blisko siebie. Gniazda wejściowe i wyjściowe łączymy z płytką przewodami ekranowanymi, przy czym ich długość nie jest krytyczna. Natomiast sprawą bardzo istotną jest zapewnienie jak najkrótszych połączeń pomiędzy potencjometrem R11 i płytką. W żadnym wypadku ich długość nie powinna przekraczać 5cm. Jeżeli już jesteśmy przy potencjometrach, to sprawę wyboru ich typu pozostawiamy Czytelnikom. Można zastosować potencjometry obrotowe lub suwakowe, w zależności od przyzwyczajeń użytkownika i typu użytej obudowy.

Po zmontowaniu płytki i podłączeniu potencjometrów i gniazd dołączamy do

## WYKAZ ELEMENTÓW

**Rezystory**

R1, R21: 470W
R2, R3, R10: 47kW
R4, R7, R14, R15, R20: 4,7kW
R5: 18kW
R6: 33kW
R8, R19: 22kW/A potencjometr obrotowy
R12, R13: 22kW
R11: 1kW/A potencjometr obrotowy
R18: 1kW
R16: 220kW
R17: 12kW
R22: 68W

**Kondensatory**

C1: 220nF
C2: 10µF
C3: 10nF
C4: 1nF(*) ewentualnie dobrać podczas uruchamiania
C5, C6, C7, C9, C10: 100µF
C8: 100pF
C11: 100nF

**Półprzewodniki**

D1, D2, D3: 1N4148 lub odpowiednik
T1, T2, T3, T4: BC547 lub odpowiednik
T5: BC557 lub odpowiednik
U1: CMOS4047
U2: CMOS4016

**Różne**

Podstawki pod układy scalone.
IN, OUT gniazda pojedyncze typu CINCH
Gniazdko zasilania
3 gałki do potencjometrów

układu zasilanie. Urządzenie wymaga zasilacza stabilizowanego +12VDC i najlepiej będzie wykorzystać gotowy zasilacz typu "kalkulatorowego" (zasilacze takie znajdują się w ofercie AVT). Po wykonaniu tych wszystkich czynności przystępujemy do regulacji ściemniacza.

Ustawiamy potencjometr R9 na zerową oporność a potencjometr R11 na minimalne tłumienie sygnału luminancji. Jako źródło sygnału podłączamy dowolny magnetowid. Lepszym rozwiązaniem jest dołączenie do wejścia gry telewizyjnej lub komputera z modulatorem PAL (COMMODORE, ATARI czy nawet starego "Spektrusia"). Obraz z komputera lub gry z zasady będzie ostrzejszy i bardziej wyrazisty niż z taśmy video, co ułatwi regulację układu. Do wyjścia dołączamy dowolny telewizor lub monitor wyposażony w wejście VIDEO IN (połączenie naszego ściemniacza z wejściem antenowym nie da oczywiście żadnego rezultatu).

Po włączeniu zasilania wszystkich współpracujących ze sobą urządzeń najprawdopodobniej uzyskamy efekt paskudnego migotania zupełnie nieczytelnego obrazu. Nie zrażając się tym, pokręcamy potencjometrem montażowym R8 tak długo, aż uzyskamy stabilny obraz, bez jakichkolwiek zakłóceń.

Teraz nadeszła pora na sprawdzenie układu fadera. Jeżeli poprzednie czynności wykonaliśmy prawidłowo, to i ten fragment układu będzie działał natychmiast poprawnie. Pokręcając potencjometrem R11 powinniśmy uzyskać pełen zakres ściemniania i rozjaśniania obrazu.

Kolejną czynnością będzie sprawdzenie układu wygaszania poziomego. Tym razem znowu ustawiamy R11 w pozycji maksymalnego tłumienia sygnału luminacji. W tym miejscu warto zwrócić uwagę na fakt, że układ wygaszania poziomego będzie działał w pełnym zakresie jedynie przy całkowitym ściemnieniu obrazu faderem i odwrotnie: fader pracuje w obrębie całego ekranu tylko przy jego całkowitym "zasłonięciu" przez wygaszacz. Obserwacje stanów pośrednich z pewnością zainteresują wszystkich Czytelników - są to bardzo spektakularne efekty!

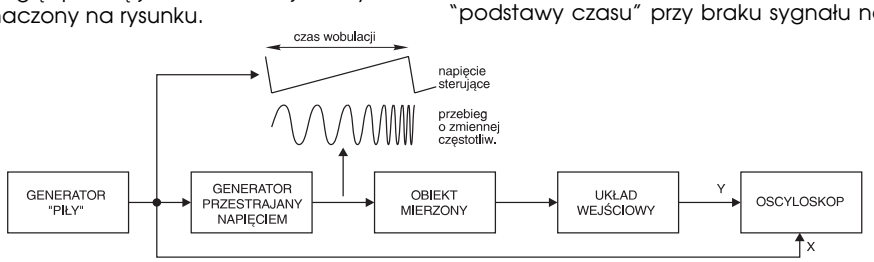
Wróćmy jednak jeszcze na chwilę do opisu uruchamiania wygaszacza poziomego. W sytuacji, do której doszliśmy ekran telewizora jest całkowicie ciemny. Pokręcając potencjometrem R8 powinniśmy uzyskać efekt płynnego "odsłaniania i zasłaniania" ekranu. Powinniśmy, ale nie zawsze taki rezultat uzyskamy. Może przydarzyć się sytuacja, kiedy w skrajnym położeniu R8 ekran nie odsłoni się całkowicie lub też odsłoni się za wcześnie i dalsze obracanie potencjometru spowoduje migotanie obrazu. Przy wartościach R8 i C4 podanych na schemacie układ pracuje zawsze poprawnie. Jednak rozrzut wartości pojemności C4 i rezystancji potencjometru, wynikający z technologii ich produkcji, może w nielicznych sytuacjach spowodować konieczność doboru kondensatora C4. Jeżeli ekran nie odsłania się całkowicie, to należy tę pojemność nieco zwiększyć, dolutowując od strony druku do C4 dodatkowy kondensator o pojemności rzędu 10...100pF. Jeżeli zakres regulacji jest zbyt duży (migotanie obrazu w skrajnym położeniu potencjometru), to należy wymienić C4 na kondensator (lub kondensatory połączone równolegle) o wartości mniejszej o ten sam rząd wielkości.

Układ poprawiania wyrazistości obrazu nie wymaga żadnej regulacji i działa natychmiast poprawnie. Jeżeli zakres regulacji jest za duży w stosunku do naszych potrzeb, to możemy pojemność C8 zmniejszyć, np. do 51pF.

**Zbigniew Raabe**

*Cd. ze str. 4*

**Piotr Kołacz z Szamotuł** ma problemy z uzyskaniem sensownego obrazu na oscyloskopie współpracującym z wobulatorem. Wobulator to generator przebiegu sinusoidalnego przestrajany napięciem. Wobulator o zakresie przestrajania 20Hz - 20kHz to świetna pomoc do szybkiego pomiaru pasma przenoszenia wszelkiego typu aparatury audio: wzmacniaczy, filtrów itp. Ogólny schemat blokowy układu pomiarowego pokazany jest na rysunku.
Przede wszystkim jeśli dolna częstotliwość generatora wynosi przykładowo 20Hz, to czas wobulacji, czyli przestrajania od częstotliwości najniższej do najwyższej *musi wynosić przynajmniej kilka sekund!* Jeśli będzie krótszy, to wyniki pomiaru w zakresie najmniejszych częstotliwości będą niemiarodajne. Oczywiście obserwacja tak wolnego przebiegu na zwykłym oscyloskopie może być utrudniona, jednak jest w pełni możliwa.
Drugą sprawą jest "układ wejściowy" zaznaczony na rysunku.




W najprostszym przypadku oscyloskop należy podłączyć bezpośrednio do wyjścia obiektu badanego - bez jakichkolwiek prostowników (!). Można też zastosować prostownik, ale jeśli będzie on wyposażony w filtr uśredniający (praktycznie kondensator filtrujący), to może on fałszować wyniki przy najwyższych częstotliwościach. Temat rzeczywiście jest dość złożony, bowiem przy różnych czasach wobulacji i zakresach przestrajania należałoby stosować filtry o różnych stałych czasowych.
Ponadto i tak wynik na ekranie przedstawiony byłby w skali liniowej, a lepiej byłoby uzyskać skalę logarytmiczną (decybelową). W tym celu należałoby zastosować prostownik aktywny (opisany przy okazji prezentowania płytek wielofunkcyjnych), układ logarytmujący (wzmacniacz operacyjny z diodą lub tranzystorem) oraz wzmacniacz stałoprądowy.
We wszystkich przypadkach pozioma linia "podstawy czasu" przy braku sygnału na wejściu Y powinna być umieszczona na samym dole ekranu.

**Jerzy Piech** z Elbląga przysłał nam kartę z miłymi słowami. Przedstawił się jako "emeryt lubiący trochę pomajsterkować" i prosi nas, abyśmy kontynuowali temat "telefoniczny" i przedstawili układ miniwzmacniacza poprawiającego siłę głosu w słuchawce telefonu, zasilanego z linii abonenckiej. Rzeczywiście temat jest bardzo ciekawy. Chętnie spełnilibyśmy prośbę naszego szanownego Czytelnika, mamy jednak pewne wątpliwości, czy prezentować na łamach EdW projekty urządzeń, których stosowanie narusza obowiązujące przepisy. Jak wiadomo, wszystkie urządzenia dołączone do krajowej sieci telekomunikacyjnej powinny mieć homologację, czyli zezwolenie Ministerstwa Łączności.
Nasze pismo ma przede wszystkim charakter szkoleniowy, proponowane układy mają głównie walory poznawcze i mają służyć do eksperymentów.
Z drugiej strony wszyscy wiemy, jak wygląda codzienna praktyka, jeśli chodzi o przestrzeganie (częstokroć przestarzałych) przepisów w tym zakresie. Na razie więc nie możemy spełnić prośby p. Jerzego, ale myślimy o tym.

*Cd. na str. 17*

# Aplikacje wzmacniaczy operacyjnych część 3

*W pierwszym numerze EdW zaproponowaliśmy praktyczne zapoznanie się ze wzmacniaczem operacyjnym - jedną z najważniejszych "lokomotyw" elektroniki. Służy do tego płytka wielofunkcyjna PW-01, na której można zmontować kilkadziesiąt pożytecznych układów. Do tej pory zaprezentowaliśmy następujące urządzenia: przełącznik sterowany dowolnym pilotem i uniwersalny tester podzespołów (EdW1/96) oraz programowany przedwzmacniacz mikrofonowy i dwa migacze dużej mocy (EdW3/96). Dziś przedstawiamy praktyczny regulator temperatury.*

### Regulator temperatury

Układ zapewnia stabilizację temperatury w zakresie 0...+100˚C (z dodatkowym czujnikiem - do +300˚C).

- Prosta konstrukcja
- Estetyczny wygląd obudowy i płyty czołowej
- Możliwość samodzielnego doboru zakresu temperatur pracy
- Możliwość zmiany czułości regulatora (zakresu wahań temperatury)
- Bardzo niski koszt wykonania

Jak obiecaliśmy, podczas wspólnej zabawy będziemy możliwie bezboleśnie łączyć praktykę i niezbędną teorię. Dlatego obok instrukcji montażu podajemy dodatkowe informacje niezbędne dla osób, które chcą samodzielnie opracowywać urządzenia elektroniczne. Uwzględniliśmy też potrzeby osób "odpornych na wiedzę" - niezbędną teorię, subtelności i szczegóły dotyczące analizy układu umieszczamy w ramkach, których lektura nie jest konieczna dla wykonania i "odpalenia" układu.

Jak zwykle, nie wszystkie elementy zaznaczone na płytce drukowanej będą montowane. Dla ułatwienia montażu zamieszczamy schematy i rysunki zawierające tylko użyte elementy i dlatego ich numeracja nie jest ciągła. Pełny rysunek płytki drukowanej i schemat zawierający wszystkie możliwe elementy można znaleźć w EdW 1/96 na str. 9.

## Regulator temperatury

Schemat ideowy regulatora temperatury pokazany jest na **rysunku 1**.

Elementem mierzącym temperaturę jest czujnik krzemowy KTY10, oznaczony na schemacie RT. Pracuje on w układzie stałoprądowego mostka składającego się z elementów R4, RT oraz R2, P1 i R7. Kondensator C19 zabezpiecza czujnik przed zakłóceniami impulsowymi, jakie mogą zaindukować się w przewodach i uszkodzić czujnik.

Napięcie z przekątnej mostka jest podawane na wzmacniacz operacyjny U1A. Pracuje on jako wzmacniacz odwracający, o wzmocnieniu ustalonym stosunkiem rezystancji R8 do wypadkowej rezystancji gałęzi mostka zawierającej R2, R7, P1. Wzmocnienie tego stopnia zależy więc nieco od ustawienia potencjometru P1, co jednak nie ma większego znaczenia dla działania układu. Dla zmniejszenia wpływu indukowanych w przewodach zakłoceń, zastosowano kondensator C6, zmniejszający wzmocnienie sygnałów o wyższych częstotliwościach.

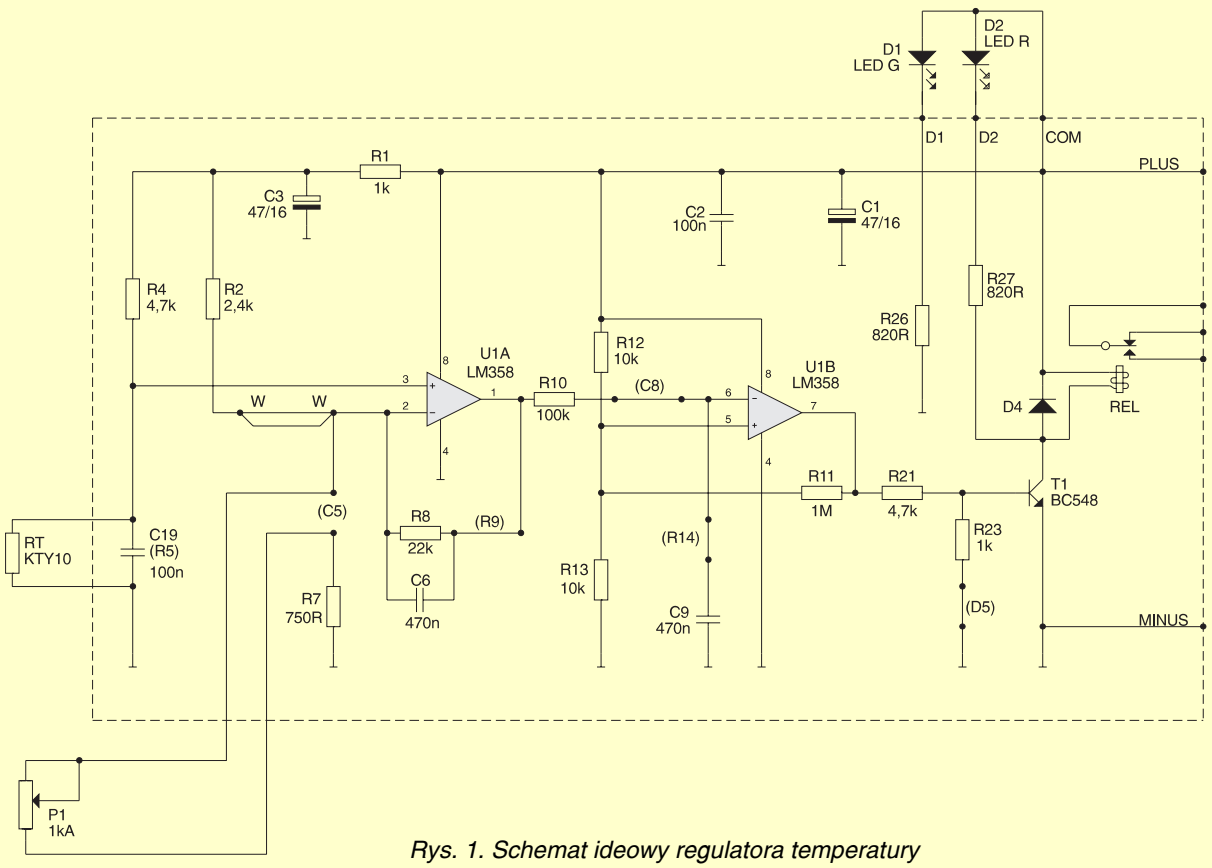
Sygnał z wyjścia wzmacniacza U1A jest podawany na dodatkowy filtr R10, C9, eliminujący zakłócenia impulsowe, i dalej na komparator z układem U1B. W komparatorze tym zastosowano obwód dodatniego sprzężenia zwrotnego (R11 wraz z R12, R13), który realizuje niezbędną histerezę. Sygnał z wyjścia komparatora jest podawany przez dzielnik R21, R23 na bazę tranzystora T1 sterującego przekaźnikiem. Dzielnik R21, R23 jest potrzebny, bowiem na wyjściu układu U1B napięcie w stanie niskim może wynosić nawet ponad 1V, co spowodowałoby ciągłe przewodzenie tranzystora.

Dioda D4 likwiduje przepięcia powstające na indukcyjności przekaźnika w momencie zatykania tranzystora.

Zielona dioda świecąca D1 sygnalizuje obecność napięcia zasilającego, a czerwona dioda D2 świeci, gdy tranzystor przewodzi (grzanie jest załączone). W takich zastosowaniach jak regulator temperatury, niecelowe jest stosowanie wyłącznika zasilania. W modelu nie zastosowano też żadnego bezpiecznika. Nie jest on potrzebny, bowiem fabryczny zasilacz powinien być odpowiednio zabezpieczony, a w obwodzie styków przekaźnika bezpieczników z zasady się nie stosuje.

### Działanie układu

Gdy temperatura rośnie, zwiększa się rezystancja czujnika temperatury RT i napięcie na wejściu nieodwracającym




*Rys. 1. Schemat ideowy regulatora temperatury*

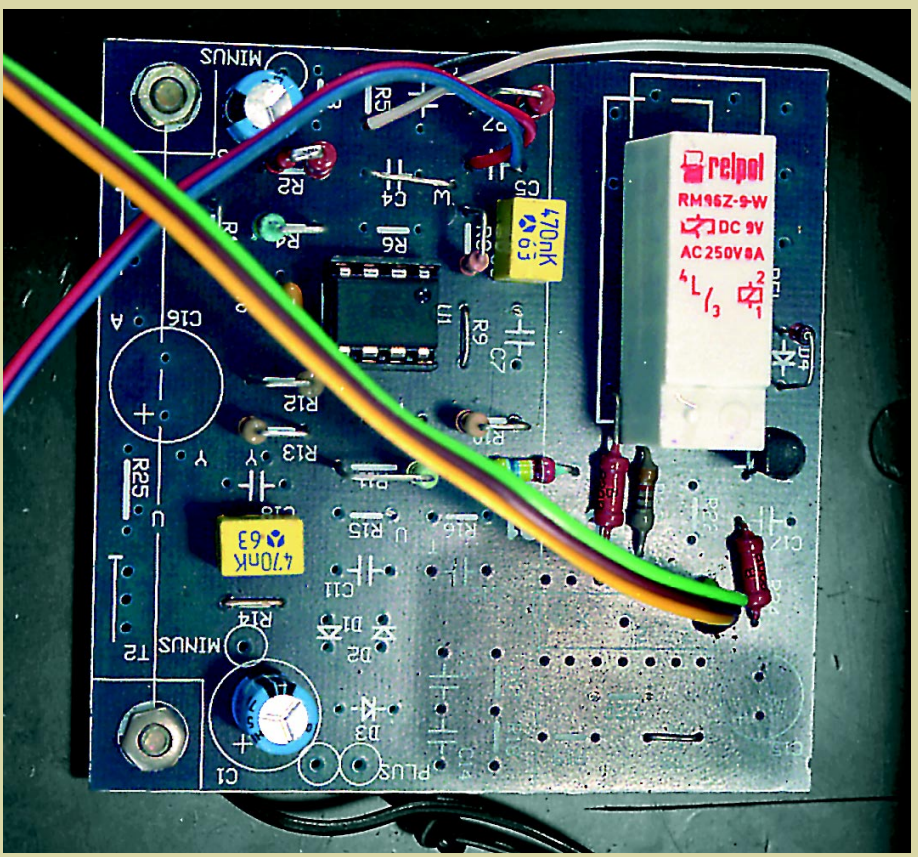
układu U1A rośnie. Ponieważ układ U1A pracuje jako wzmacniacz nieodwracający (o wzmocnieniu mniej więcej 20), napięcie na jego wyjściu oraz napięcie na kondensatorze C9 także się zwiększa. Gdy napięcie kondensatorze C9, czyli na wejściu odwracającym U1B (nóżka 6), wzrośnie powyżej napięcia na jego wejściu nieodwracającym (nóżka 5), wtedy napięcie na wyjściu (nóżka 7) spada do wartości około 1V i tranzystor T1 przestanie przewodzić - przekaźnik puszcza i grzanie zostaje wyłączone.

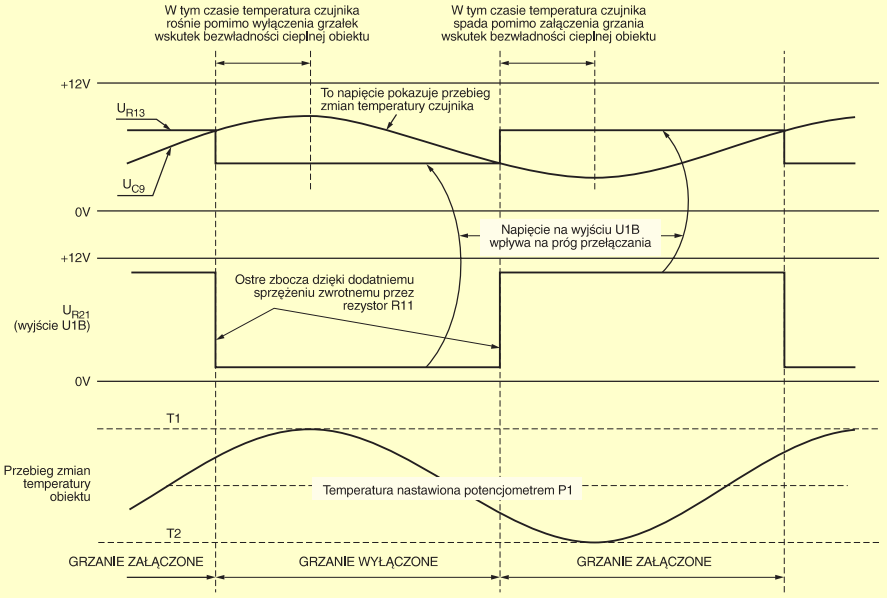
Obniżanie temperatury spowoduje spadek rezystancji czujnika i w konsekwencji napięcie na wejściu odwracającym U1B zacznie się zmniejszać, co doprowadzi do ponownego włączenia przekaźnika.

Zauważmy, że wskutek obecności rezystora R11, napięcie na wejściu nieodwracającym U1B zależy od stanu na jego wyjściu. Jeśli więc po odłączeniu grzania temperatura zacznie się zmniejszać, to przekaźnik zostanie ponownie włączony dopiero po dojściu do temperatury niższej niż temperatura wyłączenia. Tę różnicę między punktem załączenia a punktem wyłączenia nazywamy histerezą. O wielkości tej histerezy decyduje wartość rezystora R11.

Na **rysunku 2** pokazano przebiegi napięć w poszczególnych punktach układu.

Należy tu zauważyć, iż w przedstawionym układzie stabilizowana temperatura waha się w pewnych granicach, zależnych przede wszystkim właśnie od wielkości histerezy. W większości praktycznych układów histereza rzędu kilku stopni jest dopuszczalna. Zauważmy, że większa histereza jest korzystna ze względu na trwałość styków przekaźnika - większa histereza oznacza dłuższe przerwy między kolejnymi włączeniami przekaźnika.






*Rys. 2. Przebiegi napięć w ważniejszych punktach układu.*

## Krzemowy czujnik temperatury - KTY10

Jest to nowoczesny element elektroniczny, w którym rezystancja wzrasta ze wzrostem temperatury. Kryształ krzemu jest umieszczony w typowej plastikowej obudowie TO-92.

W temperaturze +25˚C rezystancja wynosi typowo około 2000W. Ze względu na rozrzut parametrów wynikający z zastosowanej technologii, czujniki dzieli się na grupy o ściśle określonej rezystancji początkowej. Np. elementy z grupy KTY10-5 mają w temperaturze +25˚C rezystancję 1950...1990W, a KTY10-7: 2010...2050W.

Czujnik KTY10 jest w sumie elementem rezystancyjnym i nie ma znaczenia biegunowość dołączonego napięcia. Zakres prądów pracy sięga 7mA, ale zazwyczaj stosuje się wartość około 1mA.

Zakres temperatur pracy obejmuje -50...+150˚C, przy czym zależność rezystancji od temperatury nie jest liniowa.

Rezystancja czujnika w temperaturze T wynosi:

$R_T = R_{25} \cdot (1 + a \cdot DT + b \cdot DT^2)$

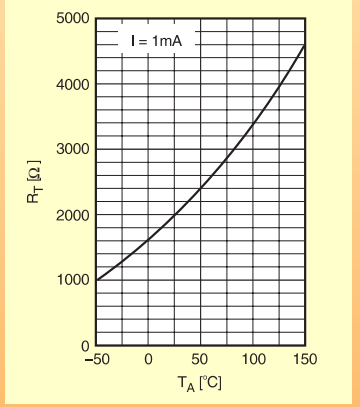
gdzie:

$R_{25}$ - rezystancja w temperaturze +25˚C

$DT = T - 25^{\circ}C$

$a = 7{,}88 * 10^{-3}\ [K^{-1}]$

$b = 1{,}937 * 10^{-5}\ [K^{-2}]$




Można jednak, dodając kilka odpowiednio dobranych rezystorów, uzyskać liniową zależność napięcia od temperatury.

Rysunek pokazuje typową zależność rezystancji od temperatury. W praktyce należy się liczyć z kilkuprocentowymi odchyłkami od podanej krzywej przy skrajnych temperaturach.

Bardzo ważną zaletą czujnika jest stabilność parametrów w czasie, co jest wynikiem zastosowania zaawansowanej technologii produkcji.

W ofercie firmy Siemens występuje szereg innych czujników temperatury z serii KTY, różnią się one praktycznie tylko obudową. Elementy o pierwszej cyfrze oznaczenia równej 1 mają rezystancję $R_{25}$ równą 2kW (np. KTY11, KTY13, KTY16), natomiast czujniki z pierwszą cyfrą 2 mają rezystancję $R_{25}$ równą 1kW (KTY20, -21, -23).

Firma Philips produkuje szereg podobnych czujników oznaczonych KTY81-1, KTY83-1, KTY85-1 o rezystancji $R_{25}$ równej 1kW oraz czujniki KTY81-2, KTY86-2, KTY87-2 o rezystancji $R_{25}$ równej 2kW.

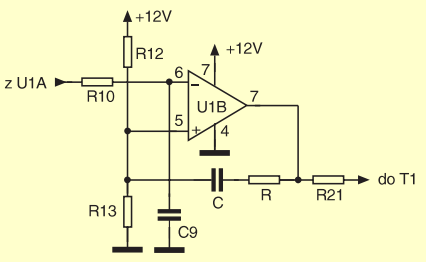
Z drugiej jednak strony, często zależy nam na jak najmniejszej wartości histerezy: na przykład w regulatorze do piecyka łazienkowego nie można zastosować histerezy 5˚C, bo mijałoby się to z celem jego stosowania.

Histerezy nie wolno jednak zupełnie zlikwidować, jest ona niezbędna do poprawnej pracy układu. Dzięki niej na wyjściu układu U1B występują tylko dwa poziomy sygnału: bliski plusa zasilania i bliski masy. Nie ma stanów pośrednich, więc przekaźnik jest pewnie załączany i wyłączany. Bez histerezy, a przy dużym wzmocnieniu wzmacniacza U1A, przekaźnik włączałby się bardzo często, nawet co sekundę, co bardzo szybko doprowadziłoby do wypalenia jego styków.

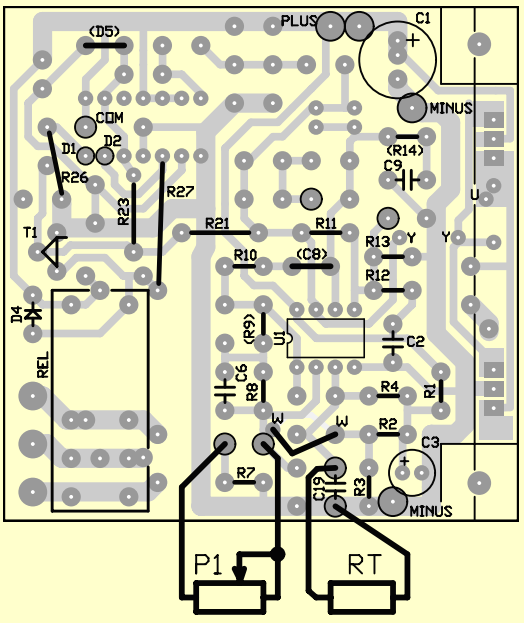
Z uwagi na sposób działania taki układ nazywamy regulatorem dwustanowym z histerezą. Jest to najprostszy typ regulatora.

W egzemplarzu modelowym histereza wynosi około 1˚C, co wydaje się dość dobrym kompromisem. Jeśli dopuszczalna jest większa histereza, warto dla zwiększenia trwałości styków zmniejszyć wartość rezystora R11, nawet do 33...100kW.

Początkującym elektronikom podajmy jeszcze inny sposób zapewnienia poprawnej, dwustanowej pracy komparatora. Układ pokazano na **rysunku 3**. Tym razem, zamiast rezystora R11, zastosowano kondensator C. Tym razem w momencie zmiany stanu na wyjściu (nóżka 7), kondensator umieszczony w gałęzi dodatniego sprzężenia zwrotnego zaczyna się ładować lub rozładowywać. Prąd ładowania (rozładowania) płynie przez rezystory R12 i R13, więc chwilowo zmienia się napięcie na wejściu nieodwracającym wzmacniacza U1B (nóżka 5). Napięcie na wyjściu komparatora nie może się więc zmienić aż do momentu, gdy kondensator się naładuje. Dopiero wtedy możliwa jest zmiana stanu na wyjściu komparatora. Ten czas martwy jest zależny od pojemności C i rezystancji R12 i R13. W praktyce zamiast pojedynczego kondensatora stosuje się szeregowy dwójnik RC. Należy tak do-




*Rys. 3. Inny układ dodatniego sprzężenia zwrotnego.*




*Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.*

brać wartości RC, aby podczas "czasu martwego" temperatura zwiększyła się lub zmniejszyła co najwyżej o kilka dziesiątych stopnia. Takie rozwiązanie stosowane bywa jednak wyłącznie w systemach o bardzo małej bezwładności, gdy stygnięcie i grzanie następuje w ciągu pojedynczych sekund.

W praktyce najczęściej mamy do czynienia z obiektami, gdzie zauważalne zmiany temperatury zachodzą w ciągu dziesiątek sekund, czy nawet minut, więc dość często stosuje się jednocześnie rezystor dodatniego sprzężenia zwrotnego (u nas R11) oraz szeregowy dwójnik RC.

## Montaż i uruchomienie

Pomocą w montażu będzie **rysunek 4** przedstawiający płytkę drukowaną PW-01 i wszystkie niezbędne elementy.

W pierwszej kolejności trzeba wykonać pięć zwór: zamiast elementów R9, R14, C8, D5 oraz między punktami W - W. Następnie można wlutować w dowolnej kolejności pozostałe elementy. Należy zwrócić szczególną uwagę na biegunowość kondensatorów elektrolitycznych - elektroda ujemna (krótsza) jest oznaczona na obudowie kondensatora. Układ scalony należy włożyć do podstawki zgodnie z opisem na płytce: wycięciem w stronę rezystorów R8, R9.

Kondensator C19 należy montować w miejsce rezystora R5 - do jego nóżek, od strony druku należy potem przylutować przewód dołączający czujnik RT.

Rezystory R26 i R27, ograniczające prąd diod świecących można zamontować w dowolny sposób, gdziekolwiek na płytce. Na rysunku 4 zaznaczono elementy tak, jak zostały zmontowane w modelu. Diody świecące należy dołączyć do punktów uznaczonych na rysunku 4: D1, D2 i COM. Wykorzystano tu otwory i ścieżki "w okolicach" układu scalonego U2.

Po wlutowaniu elementów, za pomocą przewodów należy dołączyć czujnik RT i potencjometr P1. Długość przewodów należy tak zaplanować, aby bez kłopotu można było później umieścić cały układ w typowej obudowie KM-60.

Obwody przekaźnika, które prawdopodobnie będą połączone z siecią 220V należy wykonać przewodami przewodami o odpowiednim przekroju. W modelu pokazanym na fotografii nie zamontowano gniazda czy łączówki wyjściowej. Należy to zaplanować i wykonać we własnym zakresie, zależnie od tego, co będzie sterowane: grzałka, piecyk elektryczny czy dodatkowy stycznik.

Przy wszelkich pracach związanych z siecią energetyczną 220V konieczne jest zachowanie odnośnych przepisów i wymagań bezpieczeństwa. Osoby niepełnoletnie mogą wykonywać takie prace tylko pod nadzorem wykwalifikowanych osób dorosłych.

Układ zmontowany ze sprawnych elementów nie wymaga uruchomiania i od razu pracuje poprawnie.

Mały przekaźnik RM96 (lub odpowiednik) o prądzie pracy 8A umożliwia bezpośrednie sterowanie obciążeniem o mocy do 1,8kW. Przekaźnik RM81 umożliwia pracę z obciążeniem o mocy ponad 3kW.

Jednak ze względu na trwałość styków korzystniej jest nie obciążać przekaźnika dużymi prądami, więc przy obciążeniach większych niż 1kW lepiej jest zastosować dodatkowy stycznik.

W modelu zastosowano przekaźnik z cewką na napięcie 9V. Nabywcy zestawu AVT-406 otrzymają przekaźnik 12-woltowy.

Do zasilania regulatora może więc służyć dowolny zasilacz stabilizowany o napięciu wyjściowym 12V i prądzie minimum 150mA. Zasilacz taki nie wchodzi w skład zestawu AVT-406.

Płytę czołową można łatwo uzyskać, wykonując kserokopię **rysunku 5** na papierze samoprzylepnym.

Nabywcy kitu AVT-406 otrzymają też samoprzylepne rysunki płyty czołowej. W komplecie przewidziano po dwa takie rysunki - jeden na zapas, gdyby podczas montażu płyta czołowa uleg-

***Przy wszelkich pracach związanych z siecią energetyczną 220V konieczne jest zachowanie odnośnych przepisów i wymagań bezpieczeństwa. Osoby niepełnoletnie mogą wykonywać takie prace tylko pod nadzorem wykwalifikowanych osób dorosłych.***

## WYKAZ ELEMENTÓW zestawu AVT-406

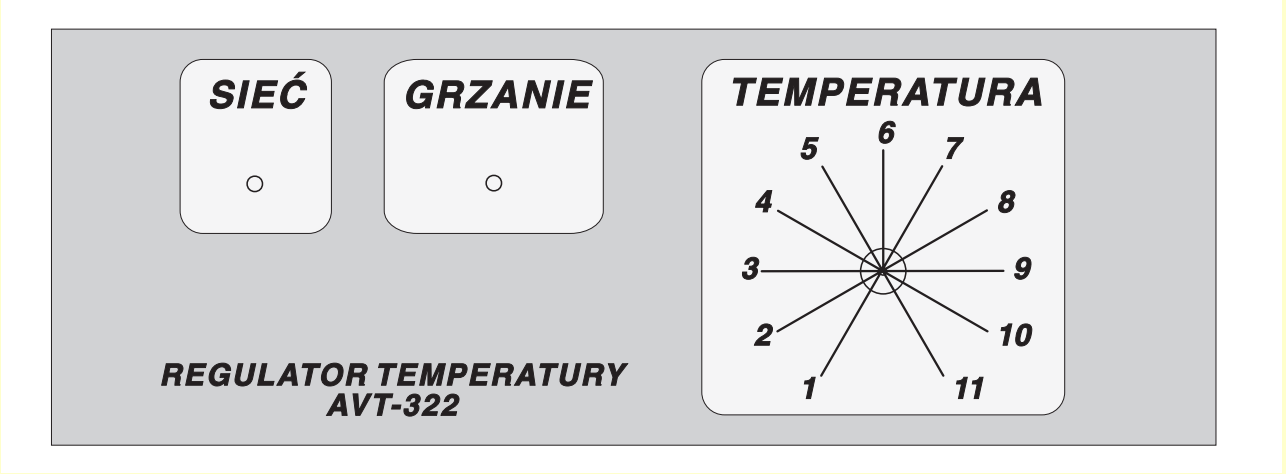
**Rezystory**
R1, R23: 1kW
R2: 2,4kW
R21, R4: 4,7kW
R7: 750W
R8: 22kW
R10: 100kW
R11: 1MW
R13, R12: 10kW
R26, R27: 820W
RT: KTY10
P1: 1kW A

**Kondensatory**
C1, C3: 47µF/16V
C2: 100n ceramiczny
C6, C9: 470nF
C19: 100nF

**Półprzewodniki**
D1: dioda LED zielona 3mm
D2: dioda LED czerwona 3mm
D4: 1N4148
T1: BC548 lub podobny
U1: LM358

**Różne**
REL: RM96 lub RM81 12V
podstawka pod układ scalony
pokrętło potencjometru
naklejka płyty czołowej (2 kpl.)
przewody łączeniowe
obudowa KM-60 kpl.

Uwaga! Zasilacz nie wchodzi w skład zestawu i należy go zamówić oddzielnie (oferta na str. 60).




*Rys. 5. Płyta czołowa - skala 1:1.*

ła uszkodzeniu. Autor zaleca następującą kolejność: najpierw równo nakleić rysunek na płytę czołową, polakierować bezbarwnym lakierem akrylowym lub nitro (w spraju), potem wywiercić potrzebne trzy otwory, zamocować potencjometr i wkleić diody świecące.

Na płycie czołowej celowo nie zaznaczono temperatur, a jedynie liczby od 1 do 11. Z wartościami elementów podanymi na schemacie zakres regulacji temperatury wynosi około 0...+100˚C. Przez zmianę wartości R2 i R7 można jednak w prosty sposób dowolnie zmienić zakres temperatur pracy.

## Możliwości zmian

Jak wspomniano wcześniej, korzystnie jest zwiększyć histerezę przez zmniejszenie wartości R11 nawet do 33...100kW.

Podobny efekt uzyska się zmniejszając wzmocnienie układu U1A przez zmniejszenie wartości rezystora R8.

Dla zmniejszenia histerezy należy zwiększyć wzmocnienie pierwszego stopnia przez zwiększenie rezystancji R8.

Wielu czytelników bardziej zainteresuje jednak możliwość wykorzystania regulatora w zupełnie innym niż proponowany zakresie temperatur.

Można to osiągnąć przez zmianę rezystorów R2 i R7. Można to zrobić metodą prób i błędów, można też obliczyć niezbędne napięcia i rezystancje korzystając z zamieszczonej w ramce charakterystyki czujnika KTY10.

Najpierw, przyjmując jakiekolwiek "okrągłe" napięcie zasilające mostek (na kondensatorze C3), na przykład 10V, należy na podstawie charakterystyki czujnika obliczyć zmiany napięcia na czujniku RT w potrzebnym zakresie temperatur. Znając napięcie maksymalne i minimalne należy obliczyć jakie powinny być rezystancje R2 i R7, aby w skrajnych położeniach potencjometru P1, w punkcie W otrzymać takie same napięcia.

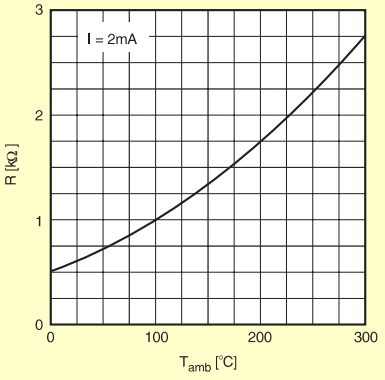
Jeszcze cenniejszą cechą układu jest możliwość stabilizacji temperatur w zakresie do +300˚C. W tym celu należy po prostu wymienić czujnik KTY10 na czujnik KTY84 i zmienić rezystory R2 i R7 dla uzyskania potrzebnego zakresu temperatur. Element KTY84 produkcji Philipsa jest jedynym dostępnym półprzewodnikowym czujnikiem pomiarowym mogącym pracować w temperaturach do +300˚C. Jak widać, tani czujnik KTY84 może być atrakcyjną alternatywą dla drogiej czujki platynowej PT100.

Początkujących elektroników chcemy jednak przestrzec przed zbytnią euforią. Otóż czujnik pracujący w temperaturze +300˚C nie może być tak po prostu lutowany - musi być zgrzany z przewodami doprowadzającymi, bowiem lut cynowy (popularna cyna) mięknie w temperaturze o około 100 stopni niższej.

**Piotr Górecki**

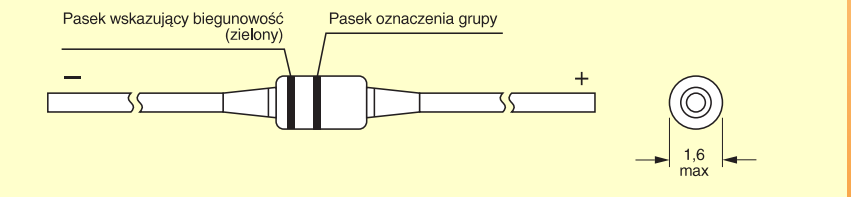
## Czujnik KTY84 firmy Philips

W odróżnieniu od przedstawionych wcześniej czujników, KTY84 ma rezystancję około 1000W, ale w temperaturze +100˚C.




Typową zależność rezystancji od temperatury przy prądzie 2mA pokazuje rysunek. Prąd pracy przy temperaturze +300˚C nie może być większy niż 2mA.

W przeciwieństwie do czujnika KTY10, element KTY84 (a właściwie każdy z typów KTY83...87) powinien być odpowiednio spolaryzowany. W przeciwnym razie charakterystyki mogą przebiegać inaczej niż podano w katalogu i wystąpi zależność rezystancji od oświetlenia, szczególnie promieniowania podczerwonego. Rysunek pokazuje obudowę czujnika KTY84 i właściwą biegunowość. Ze względu na rozrzut rezystancji początkowej, elementy są dzielone na grupy - kolor paska oznaczenia wskazuje na rezystancję $R_{100}$ przy prądzie 2mA: żółty - 970...1030W; czarny - 950...1000W; niebieski - 1000...1050W.



*W dwóch ostatnich numerach EdW przedstawiliśmy naszym Czytelnikom praktyczne zadania do rozwiązania. Cieszymy się bardzo, że otrzymaliśmy już mnóstwo rozwiązań, z których wiele świadczy o Waszej ogromnej pomysłowości. Rozwiązanie pierwszego zadania (sterowanie wentylatorem w palarni) przedstawimy już za miesiąc, i wielu z Was zobaczy tam swoje pomysły.*

# Zadanie 3

## Automatyczny system podlewania grządek

*Autor lub autorzy najlepszego rozwiązania zostanią uhonorowani wybranymi przez siebie zestawami AVT o łącznej wartości 100 zł. Autorzy opublikowanych propozycji zadań będą mogli wybrać zestaw(y) AVT o wartości 30 zł.*

*Rozwiązanie zadania powinno zawierać schemat elektryczny i dokładny opis działania; model i schematy montażowe nie są wymagane. Na rozwiązania czekamy do końca miesiąca podanego na okładce EdW (zadanie nr 3 - do 31 maja 1996).*

Nadchodzi lato. Wielu z nas ma gdzieś za miastem ogródki działkowe. W czasie upalnego lata konieczne jest regularne podlewanie naszych roślinek. Tymczasem nie zawsze możemy codziennie, czy co drugi dzień jeździć wieczorem na działkę i podlewać grządki.

**Tematem dzisiejszego zadania jest opracowanie automatycznego systemu podlewania grządek w małym ogródku działkowym.**

System powinien umożliwiać także sterowanie ręczne. Zbiornik powinien być napełniony w nocy i opróżniony pod koniec dnia lub wieczorem.

Wyglądałoby na to, że sprawa jest beznadziejnie łatwa, bo wystarczy zastosować wyłącznik zmierzchowy i czujnik poziomu. W rzeczywistości jednak zadanie wcale nie jest takie proste. Dlatego bardzo wysoko będziemy oceniali uwzględnienie licznych "pułapek", związanych na przykład z zabezpieczeniem przed złodziejami, zanikiem napięcia w sieci zasilającej, zakłóceniami i awariami poszczególnych elementów systemu.

Nie jest konieczne opracowanie wszystkich najdrobniejszych szczegółów. Jeśli ktoś przyśle rozwiązanie częściowe, obejmujące tylko niektóre zagadnienia, także ma szanse na nagrodę, o ile tylko jego pomysły okażą się wyjątkowo interesujące.

Należy wziąć pod uwagę dwie możliwości:
- na działce jest dostęp do wodociągu miejskiego
- na działce jest własna studnia z pompą elektryczną (silnik jednofazowy).

Jak wiadomo, rośliny nie powinny być podlewane zimną wodą w czasie południowej spiekoty. Dlatego należy zastosować zbiornik, baniak na wodę o pojemności, powiedzmy 200 litrów. Zbiornik taki należy napełnić wodą w nocy; w ciągu dnia woda się ogrzeje i wieczorem należy podlać grządki. Tylko czy woda nie będzie wtedy zbyt gorąca?

Należy zaprojektować system sterowania wykonujący automatycznie następujące czynności:

**1. Napuszczenie wody do zbiornika.** Należy to wykonać w nocy, powiedzmy 3 godziny po zapadnięciu zmroku. Napełnianie w ciągu nocy jest wymagane przede wszystkim przy korzystaniu z wodociągu. Podczas dnia, a szczególnie wieczorem, wodociąg na pewno jest znacznie obciążony i ciśnienie może być bardzo małe.

Jeśli system sterowany byłby przełącznikiem fotoelektrycznym (zmierzchowym) należy zapewnić niewrażliwość na chwilowe oświetlenie np. światłem latarki, przejeżdzającego samochodu, pioruna itp. W przypadku sterowania zegarem należy zabezpieczyć się przed zanikiem napięcia sieci.

Należy przemyśleć, jak zakończyć proces napełniania zbiornika. Prosty układ czasowy może nie zdać egzaminu, bo szybkość napełniania może być różna, szczególnie przy korzystaniu z wodociągu. Czy trzeba będzie zastosować czujnik poziomu?

**2. Podlewanie.** Należy je przeprowadzić wieczorem. Widać tu przynajmniej dwie możliwości: albo zastosowanie przełącznika zmierzchowego, albo zegara. Należy przemyśleć sposób sterowania elektrozaworem: z pomocą układu czasowego, albo dodatkowego czujnika opróżnienia zbiornika.

A jak ma się zachować system, jeśli zbiornik nie zostanie opróżniony, na przykład wskutek chwilowego zaniku napięcia zasilającego elektrozawór, czy częściowego zatkania przewodów spustowych? Czy trzeba zastosować drugi czujnik poziomu, informujący o opróżnieniu zbiornika?

Wygląda na to, że jeśli zbiornik będzie umieszczony na pewnej wysokości, to uzyskane ciśnienie wystarczy do samoczynnego rozprowadzenia wody bez użycia pompy. Należy jednak przemyśleć, jak zapewnić równomierne podlewanie kilku czy kilkunastu grządek. Może należy zastosować specjalne węże z mnóstwem małych otworków, przeznaczone do zakopania lub ułożenia wzdłuż grządek?

Prawdopodobnie trzeba będzie wykorzystać elektrozawory normalnie zamknięte, otwierające się po podaniu napięcia.

Rozwiązanie powinno być możliwie tanie, i to z dwóch powodów. Po pierwsze mało kto zdecyduje się na montaż kosztownej instalacji w ogródku działkowym, z którego pożytek (czy zysk) jest symboliczny. Po drugie, droga instalacja może być łakomym kąskiem dla złodziei. Czy podstawą konstrukcji mechaniczno-hydraulicznej mogłyby być elementy pralki automatycznej: pompa, elektrozawory czy czujniki?

Na koniec chcemy zasygnalizować niektóre możliwe nieprawidłowości, które powinny być uwzględnione.

Jak ma się zachować system, gdy krótkotrwały zanik napięcia zasilającego wystąpi w czasie napełniania lub w czasie spustu wody?

Czy nie należy przewidzieć całkowitego wyłączenia systemu (zasilanego ze źródła awaryjnego) przy awarii bezpiecznika wywołanej np. zatarciem się pompy.

Jak ma reagować układ, jeśli pompa będzie pracować długo, a zbiornik się nie napełni? Czy można dopuścić, żeby pompa pracowała bez przerwy dzień i noc? Czy nie trzeba jej wyłączyć np. po 15 minutach? Czy wyłączyć na stałe? Czy ponowić próbę? A może pompa będzie zabezpieczona jeszcze inaczej?

Czy można i czy warto zabezpieczać system przed złodziejami?

Czy na działce może zdarzyć się sytuacja, że w sieci pojawi się napięcie znacznie przekraczające 220V (np. przy odłączeniu przewodu zerowego)?

Czy warto przewidzieć możliwość sygnalizacji awarii do właściciela lub zaprzyjaźnionych sąsiadów? Jak? Przez prosty nadajnik radiowy pracujący w pasmie CB?

# Forum Czytelników

**Forum Czytelników ma służyć celom edukacyjnym, wymianie doświadczeń i pomysłów.**
**Zasady są następujące:**
**- publikujemy wyłącznie projekty opracowane samodzielnie i nigdzie dotychczas nie publikowane (należy dołączyć stosowne oświadczenie z własnoręcznym podpisem);**
**- poza tekstem i rysunkami pożądane (choć nie konieczne) jest przysłanie działającego modelu;**
**- publikacja projektu nie oznacza jego pozytywnej oceny przez redakcję EdW, lecz stanowi punkt wyjścia do publicznej dyskusji nad proponowanym rozwiązaniem. Etap dyskusji nazywany "Dogrywką", trwa dwa miesiące. W tym czasie oczekujemy nie tylko listów z uwagami krytycznymi, ale przede wszystkim propozycji innych, lepszych rozwiązań (tym razem wystarczy schemat z opisem działania układu);**
**- nagroda za opublikowany projekt wynosi 100 zł (brutto) za stronę artykułu w EDW. Nagroda nie zostanie przyznana, jeśli "Dogrywka" wykaże, iż projekt stanowi plagiat. Jeśli w "Dogrywce" zostaną zaproponowane lepsze rozwiązania, wówczas część nagrody (w proporcji uznanej przez redakcję EdW) zostanie przyznana autorom lepszych rozwiązań.**
**Chętnie będziemy prezentować sylwetki autorów - prosimy więc o załączenie do projektu fotografii paszportowej i około 5 zdań życiorysu.**
**Dziś prezentujemy projekt Rafała Pacharzyny z Raciborza.**

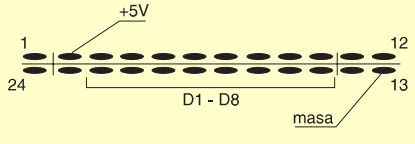
## Wykorzystanie starych komputerów 8-bitowych

Nazywam się Rafał Pacharzyna, mam 17 lat i jestem uczniem Technikum Mechanicznego w Raciborzu o specjalności "elektronika przemysłowa". Choć elektrotechnika jest tylko pokrewna elektronice, to moim hobby jest właśnie elektronika. Jestem stałym czytelnikiem EP, lecz stwierdzam szczerze, że jasna jest dla mnie tylko część artykułów proponowanych na jej łamach. Ale na wszystko przyjdzie czas. Uważam, że taki stan rzeczy, to głównie sprawa braku podstaw niektórych dziedzin elektroniki. Mam nadzieję, że zmieni to EdW. Jeśli każdy numer EdW będzie równie interesujący jak pierwsze dwa, to z pewnością zdobędziecie rzesze czytelników. Nawiasem mówiąc, kilku znajomych już zainteresowało się elektroniką.

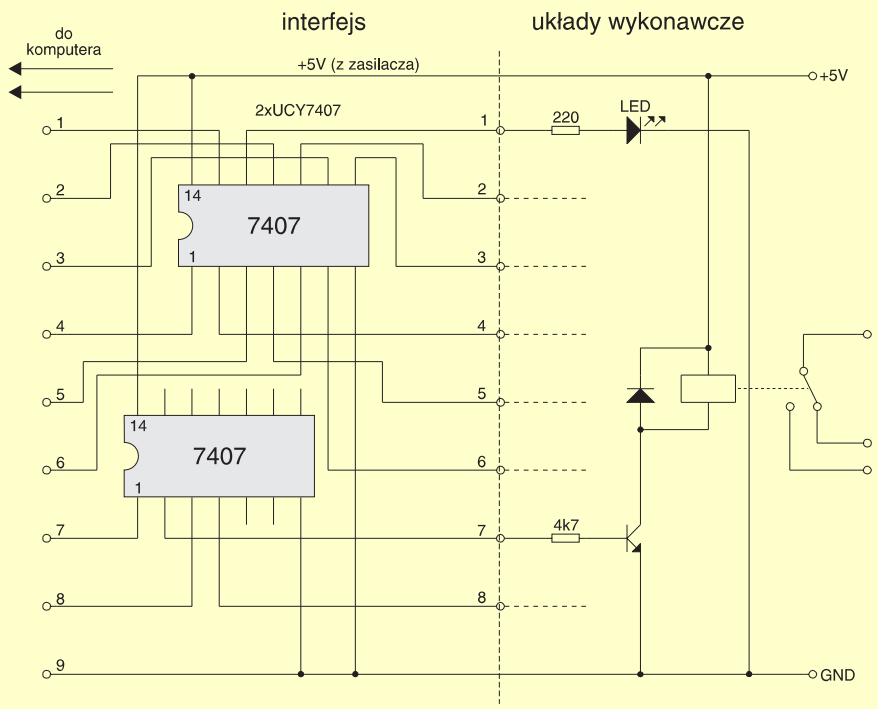
Napisałem do Was zachęcony propozycją ze wstępniaka (1/96), gdzie proponujecie opis własnych układów. Zbudowałem już kilkanaście układów elektronicznych, lecz sam zaprojektowałem dopiero cztery. Wiem, że opisany układ wywołuje ironiczny uśmiech na ustach zawodowców; no cóż, nie od razu Kraków zbudowano.

### Opis układu

W EP wiele czytałem o różnego rodzaju sterownikach µP, z wykorzystaniem mikrokomputerów jednoukładowych. Rozwiązanie to jest z pewnością bardzo nowoczesne, jednak nie każdy potrafi programować EPROM-y, pisać programy w kodzie maszynowym czy w asemblerze oraz uruchamiać rozbudowane systemy. Wreszcie, nie każdy ma PC. Z własnych obserwacji wiem, że w wielu domach stoją, pokryte kurzem, stare (ale jare!) 8-mio bitowe komputerki C64 firmy Commodore. Osobiście byłem zainteresowany wykorzystaniem C64 jako sterownika. Z całą pewnością mogę stwierdzić, że konstrukcja C64 aż "prosi się", aby czymś sterować, poprzez wbudowany firmowo interfejs użytkownika - User Port. Jest to programowalny port 8-mio bitowy, mogący być wykorzystany jako wejście lub wyjście,




*Rys. 1.*




*Rys. 2.*

względnie obie funkcje jednocześnie.

Portem steruje układ oznaczony jako 6526, tzw. CIA2 (z ang. Complex Interface Adapter). Właśnie ten układ jest bardzo wrażliwy na napięcie elektrostatyczne, więc nie może być mowy o lutowaniu czegokolwiek bezpośrednio do płyty komputera. Połączenie komputer - układ wykonany za pomocą wtyczki. Uwaga - wszelkie wkładanie jakichkolwiek wtyczek do komputera przy włączonym zasilaniu może zakończyć się poważną awarią systemu.

Rysunek 1 przedstawia opis interesujących nas wyprowadzeń User Portu. Proszę zwrócić uwagę, że styki dolne nie są połączone z górnymi, lecz mają zupełnie inne połączenia z komputerem.

Teraz przystąpimy do omówienia właściwego układu wyjścia, będącym w gruncie rzeczy tylko przedłużaniem, zabezpieczeniem User Portu. Schemat układu przedstawia rysunek 2.

Jest to układ pozwalający zwiększyć obciążalność poszczególnych wyjść, choć jest to przede wszystkim zabezpieczenie User Portu przed uszkodzeniem wynikającym z np. napięć elektrostatycznych. Zawsze przecież lepiej wymienić tani (ok. 50 gr.) układ TTL niż CIA2 (ok. 20 zł) będący w komputerze.

W urządzeniu modelowym pracuje zasilacz ze stabilizatorem 7805 i transformatorem TS 2/15, który ze względu na małe gabaryty świetnie się nadawał. Zastosowanie układu stabilizatora pozwala na dobranie dość luźno transformatora, gwarantując stabilność napięcia zasilania. Można próbować zasilić układ napięciem dostępnym z komputera, ale należy pamiętać, że prąd, który można pobrać z pinu 2 User Portu wynosi max. 100mA. Dla obu scalaków wystarczy, ale nic poza tym.

## Montaż i uruchomienie

Montaż układu proponuję rozpocząć od zasilacza.

Następnie wykonujemy układ interfejsu. Urządzenie modelowe zostało złożone na płytce uniwersalnej, lecz nic nie stoi na przeszkodzie, aby płytkę zaprojektować i wytrawić. Oba układy scalone montujemy w podstawkach, w celu umożliwienia szybkiej wymiany w przypadku awarii. Na rysunku 2 zastosowano układy UCY7407. Układ UCY7404 ma taki sam układ wyprowadzeń, różni się wykonywaną funkcją. Uklad 7407 jest buforem. Diody świecące LED montujemy tylko po to by wizualnie ocenić pracę układu. Kiedy już wszystko zostanie dopracowane, zamiast diod i rezystorów ograniczających prąd diody, można wstawić układy wykonawcze z przekaźnikami lub transoptorami. Wszystko zależy od inwencji konstruktora.

Chcąc sprawdzić układ bez narażania komputera, należy połączyć zewnętrzny zasilacz +5V i podawać napięcie +5V na wejścia poszczególne układu. Kolejne diody muszą się zaświecić. Natomiast dla układów 7404 należy przeprowadzić ten sam test. Jednakże podając (0V) czyli masę na wejścia. Również odpowiednie diody muszą zapalić się. Po pomyślnym uruchomieniu urządzenia można przejść do wykonania wtyku.

Montaż wtyku jest trochę czasochłonny, lecz lepiej wykonać go porządnie. Należy zaopatrzyć się we wtyk do User Portu. Ja rozwiązałem ten problem, stosując wtyk ze złomowanego sprzętu komputerowego (produkcji Eltry). Ponieważ mają one przeważnie postać długich listew łączących, należy odciąć tyle, ile potrzebujemy, czyli 12 połączeń. Następnie wytrawiamy małą płytkę drukowaną. Z jednej strony przylutowujemy wtyk, z drugiej zaklejamy go np. żywicą epoksydową. Następnie możemy przylutować do wtyku przewody - 9 sztuk (8 bit + masa) lub przejść na bardziej popularny standard wtyku np. D525.

Po dokładnym sprawdzeniu połączeń, możemy uruchomić układ. Najpierw podłączamy układ do komputera, a następnie włączamy zasilanie układu i komputera. Przy wkładaniu wtyku pamiętajmy, aby częścią drukowaną był zwrócony ku dołowi, zgodnie z rysunkiem 1, gdyż to właśnie na spodzie gniazda są interesujące nas sygnały.

*List. 1. Tester złącza.*

```
1  PRINTCHR$(147)
10  POKE  56579,255
20 INPUT "PODAJ WARTOSC ";Q
30  POKE  56577,Q
40 GOTO 20
```

*List. 2. Wąż świetlny.*

```
1  PRINTCHR$(147)
10  POKE  56579,255
12  INPUT  "OPOZNIENIE ";Q
15  POKE  56577,219
16  PRINTCHR$(19)
17  PRINT"FAZA  1-  **.**.**  "
20 GOSUB 100
30  POKE  56577,182
32  PRINTCHR$(19)
33  PRINT"FAZA  2-  .**.**.*  "
35 GOSUB 100
40  POKE  56577,109
42  PRINTCHR$(19)
43  PRINT"FAZA  3-  *.**.**.  "
45 GOSUB 100
50 GOTO 15
100 FOR I=1 TO Q :NEXT I
101 RETURN
```

*List. 3. Stroboskop*

```
1  PRINTCHR$(147)
10  INPUT"OPOZNIENIE';Q
11  POKE  56577,255
15 GOSUB 100
20  POKE  56577,0
30 GOTO 11
100 FOR I=1 TO Q :NEXT
110 RETURN
```

Po poprawnym połączeniu całości i włączeniu zasilania, należy nasz układ oprogramować. Ponieważ User Port może być wykorzystany zarówno jako wejście, jak i wyjście, należy do jednego z rejestrów układu wpisać wartość 255 (FF hex), co spowoduje, że CIA#2 będzie używać User Portu jako wyjścia. Rejestr ten ma adres 56597 (DD03 HEX). Po uruchomieniu komputera należy z edytora Basica (zapisany w ROM komputera i dostępny od razu po włączeniu) wpisać komendę: Poke 56577, 255.

O wiele przyjemniejszy w testowaniu urządzenia będzie program z listingu I. Po wpisaniu programu do edytora, uruchamiany go komendą RUN. Po zakończonym teście urządzenia można zastanowić się nad docelowym zastosowaniu interfejsu. W moim domu urządzenie wyposażone w triaki, steruje wężem świetlnym. Oczywiście można znaleźć sto innych zastosowań. Wszystko zależy od pomysłowości konstruktora. Przykładowy program obsługi węża świetlnego przedstawia listing 2.

Całe urządzenie należy jeszcze włożyć do obudowy. Proponuję na ściance zamocować dwa gniazda - jedno przeznaczone do komputera, drugie do urządzenia docelowego np. zestawu przekaźników, triaków, etc. Również diody świecące, monitorujące poszczególne linie wyjść, zainstalowane na obudowie sprawią dobre wrażenie, nie wspominając o funkcjonalności takiego rozwiązania.

Mam nadzieję, że cały układ sprawi Wam wiele satysfakcji, pomimo swojej prostoty i łatwości montażu. Naprawdę łatwo jest napisać program w Basicu, który np. o godzinie $6^{oo}$ włączy radio, czy podczas naszej nieobecności będzie symulował obecność domownika. Być może ktoś pokusi się o zbudowanie edukacyjnego modelu robota, którego można będzie nauczać jakiejś sekwencji ruchów...

PS. To pierwsza tego typu "próba" w moim życiu, więc mam nadzieję, że wszystko jest napisane i opisane w wystarczającym stopniu, by Was zadowolić.

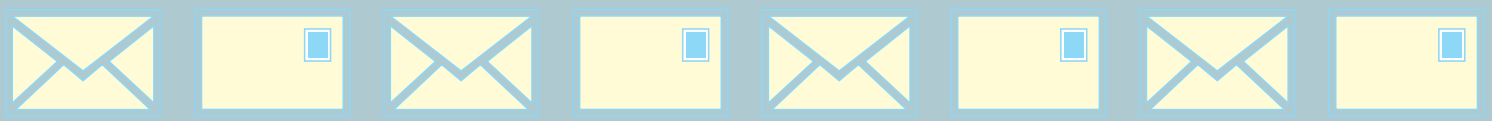
**Rafał Pacharzyna, Racibórz**

***Od Redakcji:*** *Bardzo nam się podobał rzetelnie i jasno napisany list, zdradzający wrodzoną skłonność do systematyczności i (może jeszcze nie w pełni ujawnione) zamiłowanie do porządku jego autora, a także, co bardzo ważne, zawierający dużą dozę samokrytycyzmu. To dobry zadatek na przyszłość. Zgodnie ze znaną komendą żeglarską: tak trzymaj!*

*Temat poruszony przez Rafała nie jest nowy, ale wydaje się godny przypomnienia. Nasze pismo rzeczywiście ma być "dla Wszystkich", a temat automatycznego sterowania różnymi urządzeniami domowymi jest zawsze aktualny.*

*Publikujemy ten bardzo prosty projekt, bo chcemy wywołać dyskusję na temat domowych systemów sterowania. Prosimy o listy z opisem własnych osiągnięć w tym zakresie. W grę wchodzą systemy oparte na PC-tach, starych komputerach 8-bitowych, samodzielnych sterownikach mikroprocesorowych oraz wszelkie układy budowane z pojedynczych kostek czy elementów dyskretnych. Podzielcie się swymi doświadczeniami, zaprezentujcie samodzielnie zaprojektowane i wykonane urządzenia. Napiszcie też, co chcielibyście zbudować, a na razie nie bardzo potraficie. Wasze oczekiwania i doświadczenia mogą być bardzo cenne dla innych. W redakcji przygotowujemy pomału cały system domowego sterowania obejmujący użycie podczerwieni (piloty TV pracujące w kodzie RC5), wykorzystanie zdalnego sterowania za pomocą telefonu (m.in. wykorzystanie kodu DTMF), fal radiowych (pasmo CB), przesyłanie sygnałów siecią energetyczną. Ma to być system otwarty, budowany stopniowo z bardziej i mniej skomplikowanych, standardowych "klocków", z pomocą których każdy będzie mógł zrealizować własne pomysły. Może i Wy wniesiecie swój wkład do tego dużego przedsięwzięcia.*

*Zgodnie z zapowiedzią ze wstępu, rozpoczynamy więc dwumiesięczny etap "Dogrywki". Listy kierowane do Redakcji opatrzcie dopiskiem: "EdW - domowe systemy sterowania".*



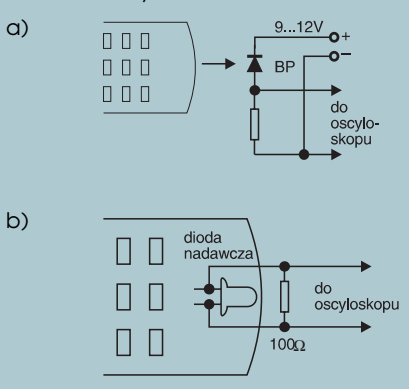
*Cd. ze str. 8*

**Piotr Potocki** z Bodzechowa pisze:

*Szanowni Państwo! Na wstępie mojego listu pragnę wyrazić słowa uznania dla Waszego pisma, które dla mnie, czyli początkującego amatora jest doskonałe. Moja przygoda z Elektroniką zaczęła się w liceum, lecz z powodu trudności z nabyciem części dopiero teraz, czyli po studiach, wracam do niej z pełnym zapałem. (...)*

Piotr pyta, czy do współpracy z "Przełącznikiem sterowanym pilotem TV" (EdW 1/96) nadaje się pilot od pewnego odtwarzacza płyt kompaktowych, i czy ewentualnie trzeba zastosować inny układ odbiornika podczerwieni. Nie potrafimy jednoznacznie odpowiedzieć na to pytanie, ale **najprawdopodobniej współpraca jest możliwa**.

Wszystko zależy od częstotliwości nośnej pilota. Rozkazy w formie ciągu zer i jedynek emitowane są przy wykorzystaniu impulsów o częstotliwościach nośnych rzędu kilkudziesięciu kiloherców. Jak podano w ramce na stronie 11 EdW1/96, czułość układu SFH505 jest największa przy częstotliwości nośnej impulsów promieniowania podczerwonego równej 30kHz i maleje do 50% przy częstotliwościach 25kHz i 37kHz. Ten element odbiorczy może więc być stosowany, jeśli częstotliwość powtarzania impulsów nośnych zawiera się w zakresie 25...40kHz. Dla upewnienia się należałoby to zmierzyć za pomocą oscyloskopu (duża dokładność pomiaru nie jest potrzebna). Jedną z możliwości jest użycie zwykłej fotodiody na podczerwień, np. BPY30...46, czy BPW84 w układzie jak na rysunku a. Dla uzyskania dużego sygnału, odległość od pilota powinna wynosić kilka centymetrów.




Jeśli pilot da się bez problemów otworzyć, to wystarczy zmierzyć przebiegi na diodzie nadawczej pilota w układzie z rysunku b.

W razie gdyby częstotliwość była dużo większa niż 40kHz, co jednak jest bardzo mało prawdopodobne, należałoby zastosować inny układ odbiornika. Firma Siemens ma obecnie w swej ofercie nową rodzinę odbiorników SFH506, w skład której wchodzą wersje przeznaczone do pracy przy częstotliwościach nośnych 20, 33, 36, 38, 40 i 56. Natomiast Telefunken produkuje rodzinę TFMS5xx0, w której skład wchodzą odbiorniki na częstotliwości nośne 30...40kHz. Dwie środkowe cyfry oznaczenia wskazują częstotliwość pracy, np. TFMS5360 ma maksymalną czułość przy częstotliwości nośnej 36kHz.

Piotrze, gdybyś mimo wszystko miał kłopoty, sensowną alternatywą jest zakup taniego krajowego pilota, który na giełdzie kosztuje około 15 złotych.

*Cd. na str. 59*

# System projektowania modułowego

## część 5

*W piątej części "Systemu projektowania modułowego" omówimy moduły wejściowe, procesorowe i wyjściowe, potrzebne do systemu zdalnego sterowania podczerwienią dowolnego z modułów wyjściowych całej serii.*

***Moduł wejściowy**: odbiornik podczerwieni z przedwzmacniaczem;*

***Moduły procesorowe**: koder-dekoder, przerzutniki typu D, typu T i typu J-K;*

***Moduł wyjściowy**: nadajnik podczerwieni z impulsowym stopniem wyjściowym Darlingtona dużej mocy.*

*System sterujący zdalnego włączania i wyłączania, zestawiony z tych modułów, jest opisany w projekcie "Strzelnica świetlna", układzie do sprawdzania umiejętności celowania, zamieszczonym w tym numerze EdW.*

## Zasilanie

Zastosowane w tym urządzeniu układy scalone mają różne wymagania odnośnie napięcia zasilania. Koder-dekoder (UM5750) może działać pod napięciem od 3V do maksimum 11V. Układy CMOS, używane jako przerzutniki, można zasilać napięciem od 3V do 15V. Jednakże maksymalne napięcie zasilania przedwzmacniacza sygnałów podczerwieni (TBA2800) wynosi 5,5V. W rezultacie, do zasilania wszystkich modułów opisanych w tej części musi zostać zastosowane napięcie 5V (4,5V).

## Odbiornik podczerwieni i wzmacniacz

Istnieje cały szereg układów do odbioru sygnałów podczerwieni, ale omawianie różnych rozwiązań nie mieści się w ramach niniejszego artykułu. W wielu katalogach podzespołów elektronicznych można jednak znaleźć zamienniki dla proponowanej kombinacji fotodiody podczerwieni TIL100 i przedwzmacniacza TBA2800.

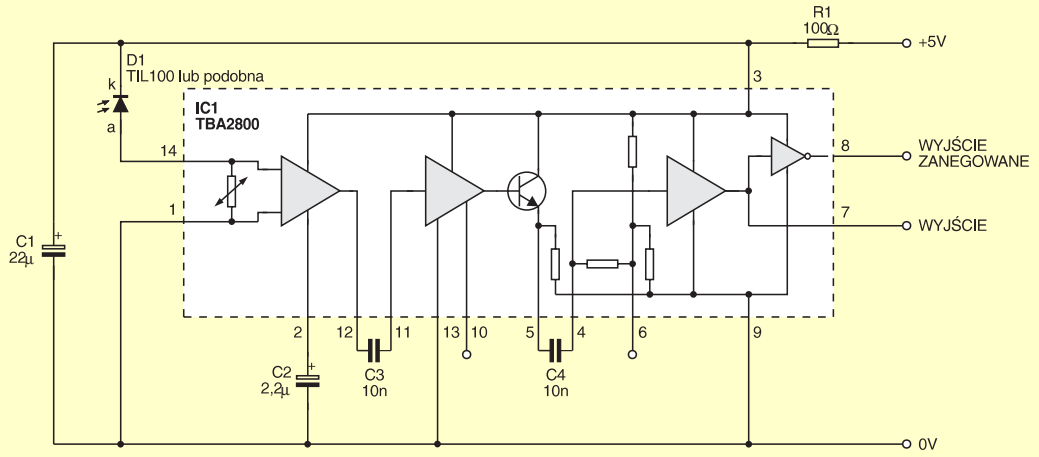
Natężenie sygnałów wyjściowych z fotodiod podczerwieni jest bardzo małe, w sygnałach tych mogą się więc znaleźć niepożądane zakłócenia, pochodzące z innych źródeł promieniowania, jak lampy, czy światło słoneczne. Przedwzmacniacz musi być zatem tak zaprojektowany, aby eliminował te zakłócenia, zachowując jednakże duże wzmocnienie.

Układ TBA2800 został specjalnie zaprojektowany do współpracy z czujnikiem podczerwieni, składa się z trzech stopni wzmacniających i jest wyposażony w automatyczną regulację wzmocnienia. Jest to skomplikowany układ w małej taniej obudowie.

Cały schemat układu modułu wejściowego sygnałów podczerwieni jest przedstawiony na **rys. 5.1**. W pierwszej chwili wydaje się on skomplikowany, ale potrzeba tylko sześciu elementów oprócz układu scalonego, którego producent zadbał o resztę. Kropkowaną ramką wyróżniono wewnętrzny schemat TBA2800 w formie schematu blokowego. Wzdłuż ramki są rozmieszczone numery wyprowadzeń układu scalonego.

Ma on dwa wyjścia, standardowe przez końcówkę 7 i odwrócone przez 8. Pojemności kondensatorów zostały dobrane do przetwarzanego sygnału. W przypadku innego rodzaju sygnałów pojemności trzeba dobrać eksperymentalnie.

Rezystor R1 izoluje w pewnym stopniu wzmacniacz od reszty układu. Wraz z kondensatorem C1 wygładza on dodatkowo napięcie zasilające. Wszystkie




*Rys. 5.1. Schemat modułu wejściowego sygnałów podczerwieni, w którym zastosowano układ scalony TBA2800.*

niewykorzystane wyprowadzenia powinno się pozostawić wolne. Moduł ten łączy się z opisanym dalej dekoderem przez wyjście odwracające 8.

## Sprawdzanie układu

Zgodnie z doświadczeniem autora, testowanie układów sterujących podczerwienią jest jedną z najbardziej frustrujących dziedzin elektroniki. Pomocne mogą być przy tym poniższe uwagi, jeżeli jest dostępny oscyloskop. (W razie braku oscyloskopu lepiej odłożyć sprawdzanie tego układu do czasu uruchomienia nadajnika podczerwieni.)

1. Wziąć do prób pilota do sterowania magnetowidu lub telewizora.
2. Połączyć masę oscyloskopu z 0V testowanego układu.
3. Połączyć sondę oscyloskopu z anodą fotodiody podczerwieni, połączonej z końcówką 14 układu scalonego.
4. Nacelować pilota na płaską część fotodiody i przycisnąć dowolny przycisk. Na ekranie oscyloskopu powinien pojawić się sygnał.
5. Jeżeli nie, sprawdzić czy fotodioda jest połączona we właściwy sposób z układem (zob. rys. 1.14 w części 1).
6. Wzmocniony sygnał powinien pojawić się na wyprowadzeniach 5 i 7 układu.
7. Znacznie wzmocniony sygnał powinien być widoczny na wyprowadzeniu 7, a odwrócony na 8.

## Kodowanie i dekodowanie

W wyniku odebrania każdej transmisji w podczerwieni na wyjściu odbiornika-wzmacniacza TBA2800 pojawia się sygnał wyjściowy. Jednakże większość z nas posiada jeden, a często kilka pilotów podczerwieni. Do ich rozróżniania jest więc konieczny proces kodowania i dekodowania sygnału. Kodowanie ma jeszcze tę zaletę, że układ można zaprogramować na odbiór konkretnego sygnału, nawet jeżeli jest on znacznie słabszy od innych źródeł podczerwieni, na przykład światła dziennego.

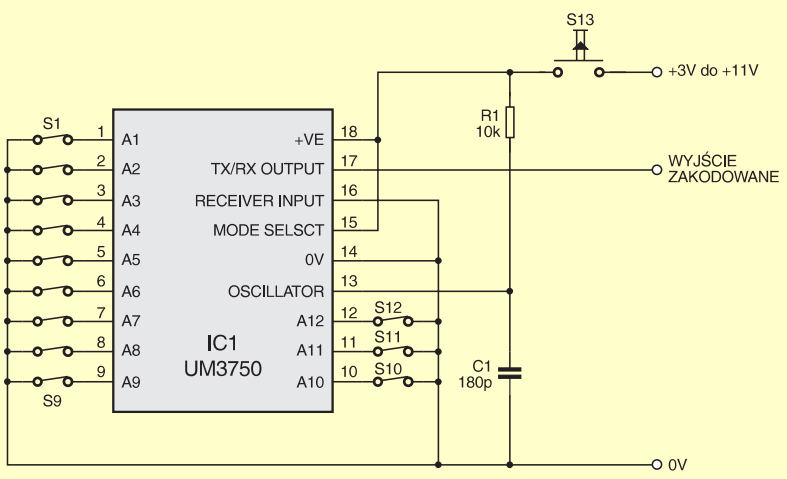
Istnieje wiele specjalnych układów scalonych do kodowania i do dekodowania dla różnych systemów sterowania podczerwienią. W tym wypadku wybrano układ UM3750, który wykonuje oba te zadania. Może on być używany w wielu rodzajach systemów, posługujących się podczerwienią, światłem widzialnym, falami radiowymi lub ultradźwiękowymi. Układ ten służy do wysyłania kodu, definiowanego zwarciem z masą lub rozwarciem dwunastu jego wyprowadzeń. Możliwych kombinacji jest zatem 4096. Drugi układ UM3750 nastawia się na tę samą kombinację i generuje sygnał wyjściowy tylko wtedy, gdy odbierze ten sam kod.

Układ jest zaprogramowany na jeden tylko sygnał, służący na przykład do otwarcia drzwi do garażu lub do zasunięcia firanek. Można dostosować go do systemu wielokanałowego, takiego jak do sterowania magnetowidem, ale wymagałoby to zastosowania innych układów scalonych.

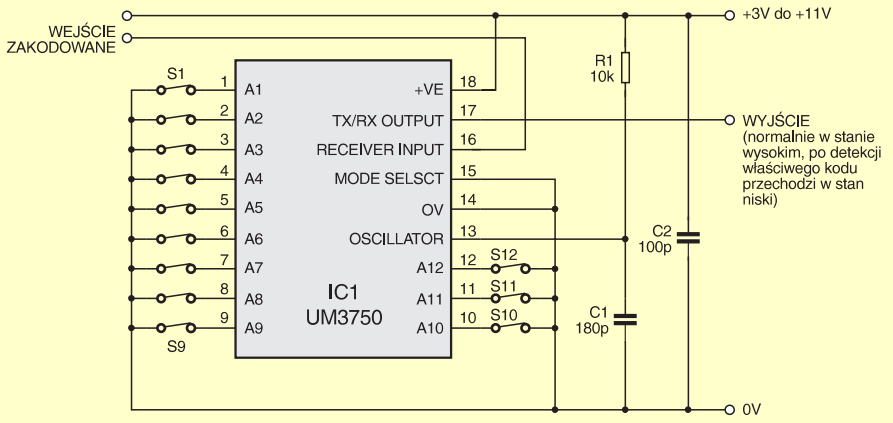
Niezależnie od systemu przesyłania sygnału sterującego, do którego taka para układów może być użyta, istotna jest identyczność kodu sygnału w obu układach.

## Układ kodujący

Jedna z metod kodowania jest przedstawiona na **rys. 5.2**. S1...S12 mogą być zwykłymi, dwurzędowymi (DIL) przełącznikami do druku albo po prostu wlutowanymi zworkami, których pozycje tworzą określony kod. W celu wysłania tego kodu trzeba nacisnąć przycisk S13. W czasie eksperymentowania wszystkie wyprowadzenia 1...12 można zostawić wolne (nie połączone). Jedyną przyczyną zwarcia niektórych do masy mogłaby być potrzeba uniemożliwienia innemu systemowi zdalnego sterowania (z takim samym układem) przypadkowego uruchomienia testowanego urządzenia.




*Rys. 5.2. Schemat modułu kodera.*




*Rys. 5.3. Schemat modułu dekodera.*

Obwód R1-C1 wyznacza częstotliwość kodowanego sygnału. Zależnie od użytego systemu nadawania i odbioru, R1 i lub C1 mogą wymagać zmiany. Jest bardzo ważne, aby identycznej zmiany dokonać w układzie dekodera.

## Dekoder

Układ dekodera, bardzo podobny do układu kodera, jest pokazany na **rys. 5.3**. Do testowania układów wyjście kodera (rys. 5.2) można połączyć z wejściem dekodera (rys. 5.3). Wyjście dekodera w okresie spoczynkowym pozostaje w stanie wysokim. Gdy zostanie odebrany poprawny kod wyjście to przechodzi na krótko (około 0,1s) w stan niski. W rzeczywistości dekoder czeka na odbiór krótkiej serii czterech właściwych kodów, co eliminuje możliwość błędnego wyzwalania.

Obwód wyjściowy ma wydajność do 2mA w stanie niskim (aktywnym). Wyjście to można bezpośrednio wykorzystać do sterowania LED za pośrednictwem tranzystora, ale krótki czas trwania impulsu wyjściowego skłania do posłużenia się przerzutnikiem monostabilnym (opisanym w części 2, rys. 2.8 i rys. 2.9), przedłużającym ten czas albo prostym układem zatrzaskowym (część 3, rys. 3.8, 3.10 i 3.11).

Wyzwalany krótkim impulsem przerzutnik monostabilny generuje impuls wyjściowy o wymaganej długości. Układ przerzutnikowy natomiast umożliwia za pomocą krótkiego impulsu wejściowego przełączenie urządzenia wyjściowego na nieograniczony czas. Oczywiście w praktyce jest potrzebny jakiś sposób otwierania (kasowania) przerzutnika w odpowiednim momencie. Zostanie więc krótko opisane kilka bardziej złożonych przerzutników bistabilnych. Są one ustawiane pierwszym odebranym impulsem a kasowane następnym itd.

## Przerzutniki bistabilne

W części 3 został omówiony przerzutnik bistabilny zestawiony z dwóch bramek NOR (rys. 3. 11) i jego zastosowanie w formie zatrzasku. Przerzutnik taki jest to układ charakteryzujący się dwoma stabilnymi stanami. Graficzny sposób jego przedstawiania pokazuje **rys. 5.4**.

Jeżeli założyć, że początkowo wejścia SET (ustawiające) i RESET (kasujące) są w stanie niskim, po czym SET na moment zostanie przerzucone w stan wysoki, to wyjście Q zatrzaskuje się w stanie wysokim, a wyjście Q\ (nie-Q) w stanie niskim. Gdy na moment wejście RESET zostanie wprowadzone w stan wysoki, to wyjście Q zostanie zatrzaśnięte w stanie niskim, a Q\ w wysokim.

W przerzutniku typu D stosuje się dwa dodatkowe wejścia, impulsów zegarowych CP (clock pulse) i danych D (data). Przerzutnik taki, pokazany na **rys. 5.5**, ignoruje stan wejścia D, dopóki napięcie wejścia zegarowego nie zostanie przerzucone ze stanu niskiego do wysokiego. Dla uproszczenia stan wyjścia Q\ nie będzie już wspominany, ponieważ zawsze jest odwrotny niż Q.

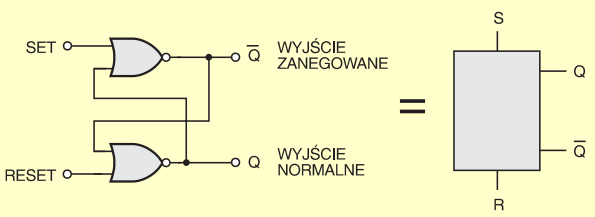
Załóżmy, że początkowo wyjście Q jest w stanie niskim (0V), podobnie jak wejście zegarowe CP. Jeżeli stan wejścia danych D zmieni się ze stanu niskiego do wysokiego lub na odwrót, to stan wyjścia nie zmieni się. Gdy wejście danych D będzie w stanie wysokim i w tym samym czasie wejście zegarowe CP zostanie przerzucone ze stanu niskiego do wysokiego, to wyjście Q skopiuje wejście D, czyli przejdzie w stan wysoki. Zmiana ta nastąpi dokładnie w momencie przerzucania się wejścia CP ze stanu niskiego w wysoki.

Jeżeli wejście D zostanie przerzucone z powrotem do stanu niskiego, to wyjścia nie zmienią stanu, nawet jeżeli wejście zegarowe będzie jeszcze w stanie wysokim. Jeżeli wejście zegarowe powróci do stanu niskiego, to wyjścia i teraz nie zmienią stanu. Jednakże jeżeli wejście zegarowe zostanie znowu przełączone do stanu wysokiego, to Q skopiuje stan wejścia D i przerzuci się w stan niski.

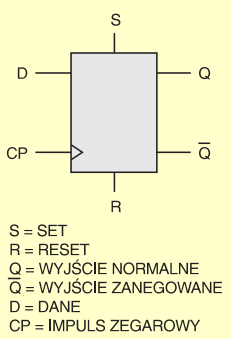
Rekapitulując, na wyjście Q wpisuje się stan wejścia D w momencie zmiany stanu na wejściu zegarowym z niskiego na wysoki. Wejścia SET i RESET mogą być używane normalnie i kontrolują stan przerzutnika niezależnie od wejść D i CP, podobnie jak w przerzutniku RS.

## Dodanie przycisków

Na **rys. 5.6** pokazano, jak można sprawdzać przerzutnik typu D za pomocą przycisków czynnych (normalnie rozwartych). Każde z wejść jest utrzymywane przez rezystor na poziomie 0V, dopóki naciśnięcie przycisku nie wymusi stanu wysokiego. Ta metoda przełączania i polaryzacji została już pokazana w poprzednich częściach serii.



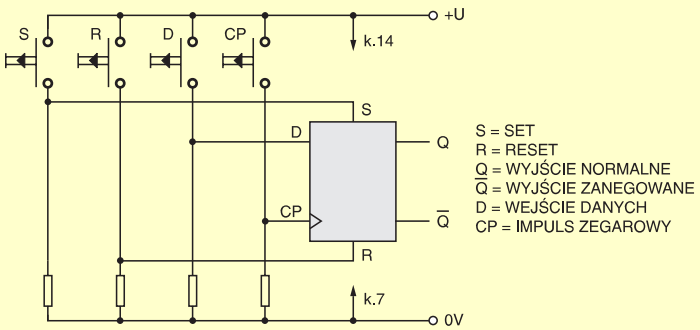

*Rys. 5.4. Sposób przedstawiania przerzutnika bistabilnego.*




*Rys. 5.5. Symbol przerzutnika typu D.*

## Uwaga praktyczna

Jeżeli używa się przerzutnika typu D, takiego jak CMOS 4013B, dodatnie napięcie zasilające doprowadza się do końcówki 14, a 0V do 7. Wszystkie wejścia muszą być w jakiś sposób połączone, czyli nie mogą być pozostawione wolne. W zależności od potrzeby łączy się je albo do 0V albo do +U. Na przykład układ CMOS typu 4013B zawiera dwa przerzutniki typu D. Jeżeli jeden z nich nie jest potrzebny, to wszystkie jego wejścia można połączyć z 0V. Natomiast wyjścia należy pozostawić nie połączone.



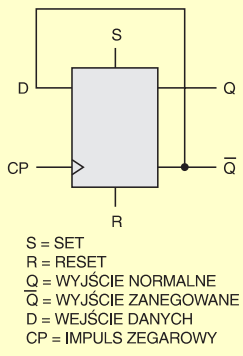

*Rys. 5.6. Schemat układu do testowania przerzutnika typu D.*

W praktyce ten sposób połączenia wejść danych i zegarowego jest rzadko stosowany, ale jest użyteczny dla wejść SET i RESET i jest doskonałym sposobem eksperymentowania. Do monitorowania stanów wyjścia Q można używać woltomierza. Alternatywnym wskaźnikiem może być LED z szeregowym rezystorem około 330W, połączona pomiędzy wyjściem a 0V.

Zastosowania przerzutników typu D mogą nie wydawać się oczywiste, ale przerzutniki te są podstawowymi składnikami niemal wszystkich urządzeń liczących i komputerowych, a przede wszystkim dają się łatwo przekształcić w bardzo użyteczne przerzutniki typu T.

## Przerzutnik typu T

Przerzutnik typu T działa podobnie jak wciskowy przełącznik włączania-wyłączania, typu często stosowanego w telewizorach i innych urządzeniach. Pierwsze naciśnięcie zatrzaskuje przełącznik a drugie go zwalnia. Przerzutnik typu T dokonuje tego elektronicznie, i jak widać na **rys. 5.7** może zostać łatwo utworzony z przerzutnika typu D. Odwrócone wyjście Q\ jest połączone z wejściem D. Dzięki temu połączeniu wyjście Q zmienia stan za każdym przejściem wejścia zegarowego ze stanu niskiego do wysokiego. A oto jak on działa.




*Rys. 5.7. Zastosowanie przerzutnika typu D jako przerzutnika typu T.*

Zaczynając od stanu początkowego, w którym Q jest w stanie wysokim, a Q\ w niskim, gdy wejście zegarowe przechodzi ze stanu niskiego do wysokiego, to stan wysoki z wejścia D (Q\ jest w stanie wysokim) zostaje skopiowany do wyjścia Q. Pomimo że wejście zegarowe pozostaje w stanie wysokim, wyjścia będą stabilne w nowym stanie, ponieważ dane są kopiowane do Q tylko w momencie gdy wejście zegarowe zmienia stan z niskiego na wysoki.

Wyjście Q\, a zatem i wejście D, są teraz w stanie niskim. Nic się nie stanie, gdy wejście zegarowe powróci do stanu niskiego. Jednakże gdy wejście zegarowe znowu przejdzie w stan wysoki, to stan wejścia D zostanie skopiowany do Q, którego stan przejdzie w niski, a zatem Q\ w stan wysoki.

Reasumując, działanie przerzutnika typu T jest następujące:

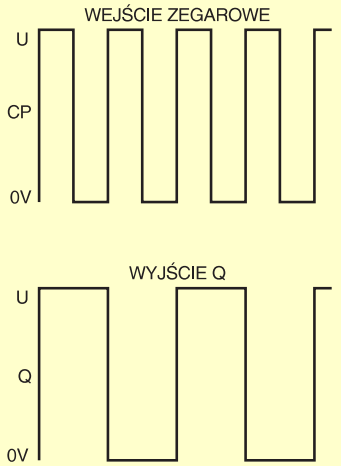
Pierwszy impuls zegarowy wywołuje przerzut Q do stanu wysokiego. Drugi impuls zegarowy wywołuje przerzut Q do stanu niskiego. Trzeci impuls zegarowy wywołuje przerzut Q do stanu wysokiego ... itd.

Należy zwrócić uwagę na fakt, że Q przerzuca się ze stanu niskiego do wysokiego z częstotliwością dwukrotnie niższą od częstotliwości impulsów zegarowych. Z tej przyczyny układ ten jest czasem nazywany dzielnikiem częstotliwości.

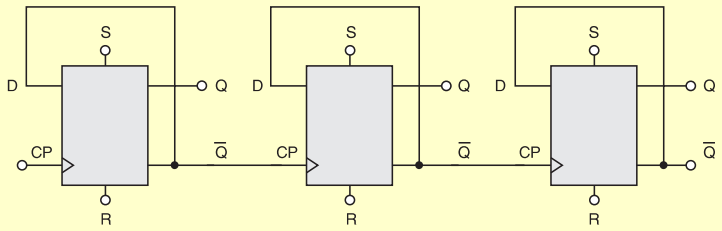
Dwa przebiegi, pokazane na **rys. 5.8**, ilustrują zależność stanów na wyjściu Q od stanów na wejściu zegarowym CP. Współczynnik wypełnienia (stosunek szerokości impulsów do przerw) sygnału zegarowego może być, ale nie musi równy jedności, natomiast na wyjściu Q współczynnik ten zawsze wynosi 1, jeżeli tylko częstotliwość zegarowa jest stabilna.

Takie przełączanie jest bardzo użyteczne. Można je na przykład wykorzystać w prostym systemie sterującym, do zdalnego włączenia światła jednym sygnałem i do wyłączenia następnym.

Moduły te można łączyć ze sobą kaskadowo (kilka modułów łączyć jeden za drugim) i używać do dzielenia częstotliwości, każdy bowiem stopień dzieli częstotliwość przez dwa. Połączone kaskadowo przerzutniki typu T są pokazane na **rys. 5.9**. Na tej zasadzie są zbudowane liczniki dwójkowe. Na schemacie przedstawiono trzy przerzutniki, ale w ten sposób moniżnaczyć dowolną ich liczbę. Wyjście Q\ każdego przerzutnika jest połączone z własnym wejściem D i równocześnie z wejściem zegarowym następnego stopnia. Jeżeli pomiędzy każdym wyjściem Q a masą (0V) zostanie włączona LED (z odpowiednim rezystorem szeregowym), to można obserwować zachowanie całego systemu. Funkcje SET i RESET mogą być używane tak jak dotychczas.



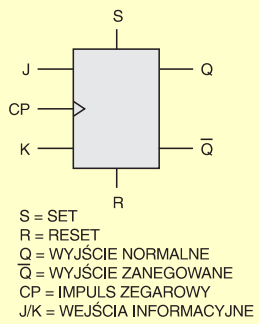

*Rys. 5.8. Przebiegi przedstawiające zależność stanów wyjścia od stanów wejścia w przerzutniku typu T.*




*Rys. 5.9. Kaskadowe połączenie przerzutników typu T.*

*Tab. 5.1.*

| Wejście J | Wejście K | Wyjście Q |
|---|---|---|
| niski | niski | bez zmian |
| wysoki | niski | przerzut do stanu wysokiego |
| niski | wysoki | przerzut do stanu niskiego |
| wysoki | wysoki | przerzut za każdym impulsem zegarowym |




*Rys. 5.10. Symbol przerzutnika typu J-K.*

Jak już wspomniano, wejścia nie mogą być pozostawione wolne. Muszą zostać połączone z 0V bezpośrednio albo przez rezystory, jak na rys. 5.6, jeżeli potrzebne są przełączniki do ich kasowania i ustawiania.

## Przerzutnik J-K

Przerzutnik J-K jest układem jeszcze bardziej uniwersalnym. Jego symbol jest pokazany na **rys. 5.10**. Wejścia SET i RESET działają w ten sam sposób jak w przerzutniku typu D. Oznacza to, że są niezależne i mają pierszeństwo przed wejściami J, K i CP.

Wejścia J i K wpływają na stan wyjść, ale tylko w momencie przerzutu wejścia zegarowego ze stanu niskiego do wysokiego (**tab. 5.1**). Innymi słowy, przerzutnik J-K działa tak jak przerzutnik T, gdy stan wejść J i K jest wysoki.

Przerzutnik typu J-K jest bardziej uniwersalny od standardowego przerzutnika typu D, jest jednak nieco od niego droższy i ma więcej wyprowadzeń.

Typowym przykładem podwójnego przerzutnika J-K jest CMOS 4027B w 16-stykowej dwurzędowej (DIL) obudowie.

## Sterowanie logiczne

Czasami jest niezbędne wykonywanie sekwencji poleceń, kolejno uruchamianych impulsami zegarowymi. Jako przykład może posłużyć **rys. 5.11**. Przedstawia on dwa przerzutniki typu D z dwoma bramkami NOR w układzie sterowania sekwencją trzech poleceń, OPEN (otwórz), CLOSE (zamknij) i STOP (zatrzymaj).

Sekwencją tą steruje się sygnałem doprowadzonym do wejścia zegarowego CP. Sygnał ten może zostać wzięty z innego układu, albo może być generowany ręcznie przez naciskanie przycisku.

Na początku cyklu w stanie wysokim jest wyjście STOP, a wyjścia OPEN i CLOSE w stanie niskim. Po naciśnięciu przycisku w stan niski przechodzi STOP, a OPEN w stan wysoki. Po następnym naciśnięciu przycisku wyjście OPEN przechodzi w stan niski, a STOP w wysoki. Dalsze naciśnięcie przycisku wprowadza STOP w stan niski, a CLOSE w wysoki. Następne naciśnięcie doprowadza moduł z powrotem do stanu pierwotnego.

Podsumowując, sekwencja sterowana układem z rys. 5.11 przebiega następująco:

STOP - OPEN - STOP - CLOSE - STOP

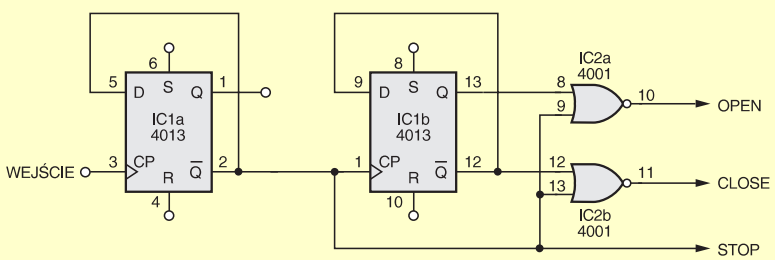
Taka powtarzalna sekwencja jest bardzo użyteczna do zdalnego sterowania takich mechanizmów jak drzwi do garażu, zasłony itp.

W celu zrozumienia działania tego układu trzeba najpierw przypomnieć sobie logikę tabeli prawdy bramki NOR, w której stan wysoki jest oznaczony przez 1 a stan niski przez 0:

| Wejście A | Wejście B | Wyjście |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 |

Odnosząc tę tabelę do IC2a, można przyjąć, że wejście 8 jest wejściem A, wejście 9 wejściem B, a wyjście 10 wyjściem. W IC2b są to odpowiednio wejścia 12 i 13 oraz wyjście 11.

W schemacie na rys. 5.11 impulsy zegarowe są doprowadzone do wejścia




*Rys. 5.11. Układ sterujący sekwencją 3 poleceń.*

*Tabela 5.2. Tabela logiczna układu z rys. 5.11.*

| Uwarunkowanie | IC1 | IC1 | IC1 | IC1 | IC2 | IC2 | Stan |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| wyjście | 1 | 2 | 13 | 12 | 10 | 11 | |
| reset | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | stop |
| 1-szy impuls | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | open |
| 2-gi impuls | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | stop |
| 3-ci impuls | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | close |
| 4-ty impuls | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | stop |

zegarowego 3 IC1a. Jego wyjście Q (1) nie jest wykorzystane, a wyjście Q\ (2) służy jako źródło impulsów zegarowych dla następnego przerzutnika oraz dostarcza logicznego poziomu wejściowego do wejść B obu bramek NOR, IC2a i IC2b. A zatem:

- poziom wyjścia 10 IC2a jest rezultatem funkcji NOR pomiędzy poziomem wyjścia 2 IC1a i poziomem wyjścia 13 IC1b.
- poziom wyjścia 11 IC2b jest rezultatem funkcji NOR pomiędzy poziomem wyjścia 2 IC1a i poziomem wyjścia 12 IC1b.

Sekwencja logiczna jest zestawiona w **tabeli 5.2**.

## Moduł wyjściowy

Opisywany moduł pokazuje sposób połączenia kodera z tranzystorem Darlingtona, tworzących razem nadajnik zdalnego sterowania podczerwienią. Sposób kodowania sygnału został pokazany na rys. 5.2. Potrzebny jest jeszcze sposób takiego wzmocnienia prądu, aby można było wysterować trzy podczerwone LED do pełnej ich mocy.

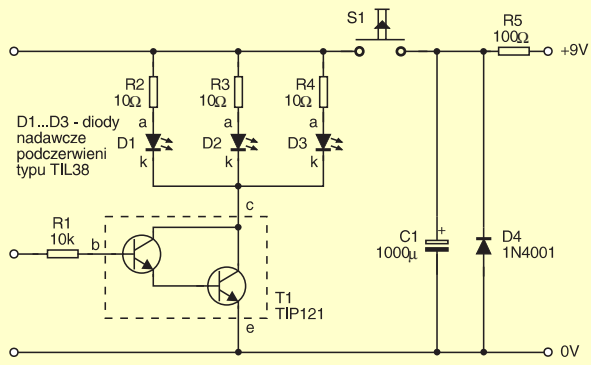
W części 1 opisano parę tranzystorów w układzie Darlingtona do wzmacniania małych prądów (rys. 1.13b). Głównym układem nadajnika na schemacie na **rys. 5.12** jest układ Darlingtona. W kropkowanej ramce oznaczonej TR1, znajdują się dwa tranzystory tworzące parę. W praktyce może to być albo jeden tranzystor Darlingtona, taki jak TIP121 lub TIP122, albo dwa oddzielne tranzystory npn, jak BC184L lub podobny z tranzystorem mocy np. TIP41A.

Oporność równolegle połączonych rezystorów R2...R4 (3,3W) pozwala na przepływ prądu o natężeniu około 2A. Oczywiście ani LED, ani zwykłe baterie nie zniosą tak dużego prądu. W układzie więc znalazł się dodatkowy rezystor 100W, R12, który ogranicza prąd do poziomu niższego od 100mA. Rezystor ten zbytnio zmniejszyłby zasięg nadajnika, więc prądem tym ładuje się kondensator elektrolityczny C1. Po naciśnięciu przycisku S1 z kondensatora przez krótką chwilę płynie prąd o dużym natężeniu. Impuls jest zbyt krótki, aby wywołać jakąkolwiek szkodę, ale jego natężenie wystarcza do zwiększenia zasięgu nadajnika do kilku metrów.

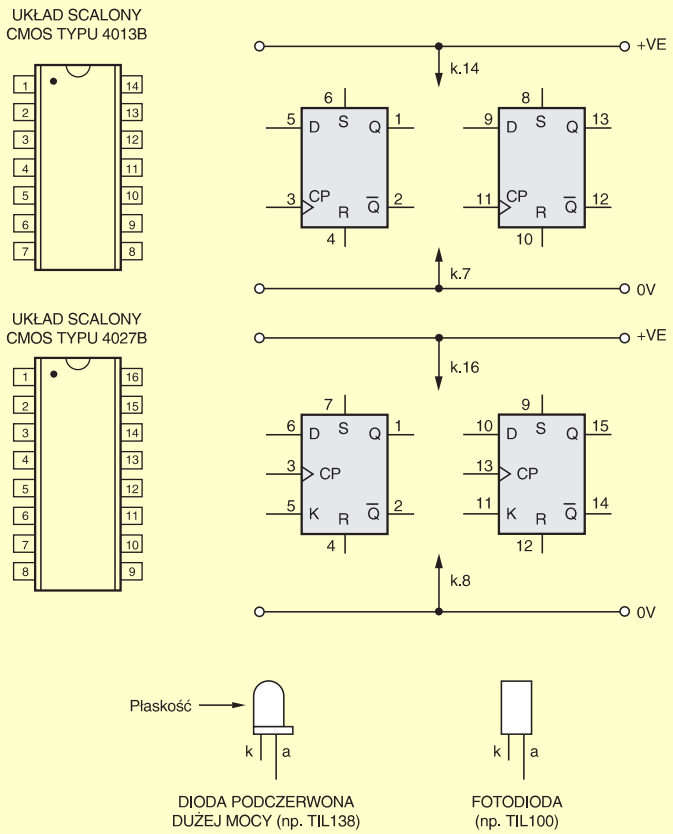
Jak już wspomniano w części 1, tranzystory nie zaczną przewodzić, dopóki do bazy (b) przez rezystor R1 nie zostanie doprowadzone napięcie co najmniej 1,4V. Napięcie to zwykle ma postać impulsową, moduł ten może więc być sterowany przez uprzednio opisany moduł kodera.

Dioda D4 służy do ochrony przed skutkami omyłkowego odwrócenia napięcia zasilającego. Bateria wtedy zostałaby zwarta przez diodę i rezystor, co byłoby lepszą alternatywą od zniszczenia całego układu. Można użyć diody szeregowej zamiast równoległej, ale spadek napięcia na jej oporności przewodzenia powodowałby stratę cennej mocy.

W czasie uruchamiania nadajnika warto sprawdzić jego własności kierunkowe. Przy starannym celowaniu nadajnikiem w kierunku odbiornika może okazać się, że wystarczą dwie diody, a nawet jedna. Warto także poeksperymentować z podczerwonymi LED o zwiększonej wydajności, jeżeli są dostępne.




*Rys. 5.12. Schemat nadajnika podczerwieni.*




*Rys. 5.13. Dodatkowe opisy wyprowadzeń półprzewodników.*

## Wyprowadzenia

Opisy wyprowadzeń półprzewodników stosowanych w "Systemie" zostały zamieszczone w części 1, rys. 1.14. Wyprowadzenia przerzutników CMOS 4013 i 4027, diod TIL138 i TIL100 są podane na **rys. 5.13**.

## Część szósta

W części 6 "Systemu projektowania modułowego" zostaną omówione: odkłócanie przełączników, liczniki i dekoder-sterownik wyświetlacza ciekłokrystalicznego.

**Max Horsey**

# Strzelnica świetlna

*Niniejszy artykuł pokazuje, jak moduły opisane w części 5 "Systemu projektowania modułowego" zestawić w jeden praktyczny system. Strzelnica świetlna jest przeznaczony do ćwiczenia umiejętności celowania. Pistoletem promieniowania podczerwonego celuje się do środka okręgu wirujących punktów świetlnych. W cetrum tego okręgu znajduje się otwór mieszczący cel w postaci detektora podczerwieni. Jest on pobudzany "wystrzeloną" wiązką światła podczerwonego. Jeżeli nastąpi trafienie, na krótko odzywa się brzęczyk, a wirujące światło zatrzymuje się.*

*W systemie zastosowano moduły podczerwieni z części 5, sterownik tranzystorowy z części 1, przerzutnik monostabilny z części 2 oraz przerzutnik monostabilny i licznik dziesiętny z części 4 "Systemu projektowania modułowego". Zostało także przewidziane wyjście sygnału do modułu licznika zdarzeń, który będzie opisany w części 6. Poza tym, że strzelnica świetlna jest niezłą zabawką, pokazuje też, z jaką łatwością rozmaite moduły serii ze sobą współpracują.*

## Schemat blokowy nadajnika

Najpierw trzeba spojrzeć na schemat blokowy nadajnika na **rys. 1.** Nadajnik ten, mający kształt pistoletu, zawiera przycisk (spust pistoletu), którego naciśnięcie uruchamia moduł kodera (część 5, rys. 5.2). Sygnał wyjściowy kodera zostaje wzmocniony przez stopień Darlingtona (część 5, rys. 5.12), który wzbudza pojedynczą LED. Pomimo że w części 5 opisano użycie kilku LED, w tym przypadku zastosowanie pojedynczej diody, ze względu na lepszą kierunkowość nadajnika, wydaje się właściwsze. Przecież zadaniem układu jest ćwiczenie celności!

## Układ nadajnika

Kompletny schemat nadajnika pokazano na **rys. 2.** Układem kodującym jest IC1, UM3750. Pozycje przełączników S1...S12 wyznaczają kod. W praktyce wystarczy jedna lub dwie zworki, ponieważ zmienianie kodu nie będzie raczej potrzebne. Pozostałe wejścia mogą zostać wolne, łączenie ich z napięciem zasilania nie jest wymagane.

Rezystor R1 i kondensator C1 wyznaczają częstotliwość kodowanego sygnału, a C2 blokuje szybkie zakłócenia zasilania. Zakodowany sygnał z wyjścia 17 IC1 jest doprowadzony przez rezystor ograniczający R2 do bazy tranzystora TR1, który wysterowuje podczerwoną LED, D2. Rezystor R3 ogranicza impulsowy prąd tej diody, natomiast R4 średni prąd całego nadajnika.

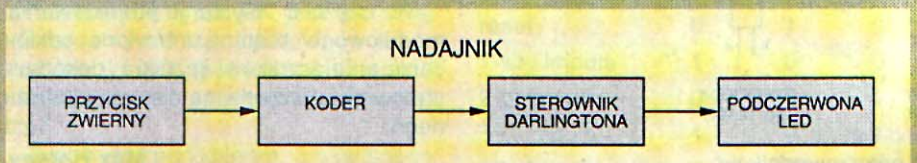
Naciśnięcie S13 udostępnia ładunek kondensatora C4 do wykorzystania w postaci impulsowej. Dzięki temu zdobycie trafienia przez poruszanie pistoletem z naciśniętym spustem po celu jest utrudnione. W konkretnym wypadku może okazać się przydatne poeksperymentowanie z wartościami R4 i C4 w celu dobrania optymalnych parametrów.

Zadaniem diody D1 oraz kondensatora C3 jest zapewnienie napięcia zasilania IC1 w czasie, gdy po naciśnięciu S13 ładunek C4 zostaje niemal całkowicie wyczerpany.

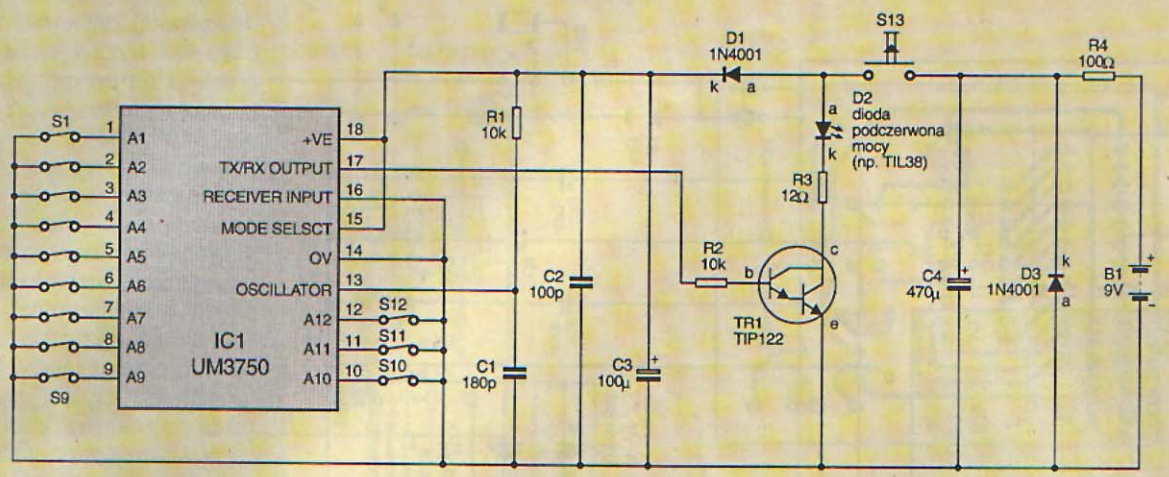
Do generacji precyzyjnie odmierzanego impulsu "strzału" można było użyć przerzutnika monostabilnego (z części 2). Wybrano jednak schemat z rys. 2 ze względu na jego prostotę, a zatem i niewielkie wymiary.

## Schemat blokowy odbiornika

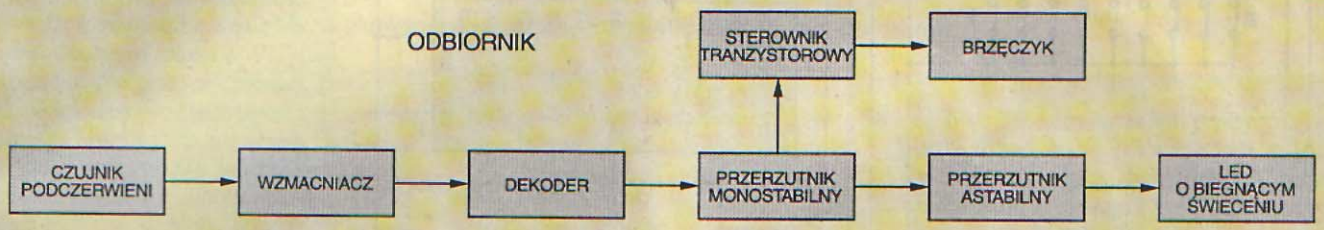
Schemat blokowy odbiornika jest pokazany na **rys. 3.** Sygnał czujnika podczerwieni zostaje wzmocniony przez układ opisany w części 5 (rys. 5.1). Po zdekodowaniu wyzwala on przerzutnik monostabilny, który z kolei służy do pobudzenia brzęczyka sygnalizującego trafienie i do zablokowania przerzutnika astabilnego, wywołującego wirowanie świecenia łańcucha LED.




*Rys. 1. Schemat blokowy nadajnika.*




*Rys. 2. Schemat modułu nadajnika.*




*Rys. 3. Schemat blokowy odbiornika.*

## Układ odbiornika

Pełny schemat odbiornika jest pokazany na **rys. 4.** Odbiornik i wzmacniacz podczerwieni jest kopią schematu na rys. 5.1 w części 5. Sygnał z wyjścia odwracającego 8 IC1 jest doprowadzony do wejścia 16 IC2. Układ ten dekoduje sygnał zgodnie z pozycjami przełączników S1...S12. I w tym wypadku można użyć zworek zamiast przełączników. Wlutowana zworka zastępuje przełącznik zwarty, a brak zworki rozwarty, tak jak w układzie nadajnika.

Jest bardzo ważne, aby pozycje zworek były takie same w nadajniku i odbiorniku, czyli aby kod nadawany był identyczny z oczekiwanym przez odbiornik. Dostęp do wyprowadzeń 1...9 IC2 na płytce drukowanej odbiornika jest ograniczony, więc kodowanie jest dokonywane tylko na pozycjach S10...S12, wielka liczba kombinacji nie jest bowiem potrzebna.

Jeżeli nie jest odbierany właściwy kod, wyjście 17 IC2 pozostaje w stanie wysokim. Wyjście to przez rezystor ograniczający R3 łączy się z bazą (b) tranzystora TR1 (modułu procesorowego, omówionego w części 1, rys. 1.5), którego zadaniem jest odwracanie otrzymanego sygnału. A zatem gdy wyjście 17 IC2 jest w stanie wysokim, to poziom logiczny kolektora (c) TR1 oraz wejścia 1 IC3a jest niski (około 0V).

Po odebraniu poprawnego kodu przez IC2, jego wyjście 17 przechodzi ze stanu wysokiego w niski, TR1 zostaje zablokowany, a wzrost jego napięcia kolektorowego wyzwala moduł przerzutnika monostabilnego, złożonego z bramek NOR IC3a i IC3b. Moduł ten został opisany w części 2 (rys. 2.8 i rys. 2.9).

Rezystor R5 i kondensator C6 wyznaczają czas pozostawania wyjścia (4 IC3b) przerzutnika w stanie wysokim. Poziom wyjściowy tego przerzutnika dociera przez rezystor R6 do bazy TR2 (modułu wyjściowego, opisanego w części 1, rys. 1.13a), który pobudza brzęczyk WD1.

Napięcie wyjściowe przerzutnika monostabilnego zostaje także doprowadzone do wejścia 13 IC3d. Bramki NOR IC3c i IC3d tworzą swobodnie oscylujący przerzutnik astabilny. Częstotliwość jego oscylacji definiują R7 i C7. Oscylacje tego przerzutnika zostają zablokowane przez stan wysoki wyjścia 4 IC3b.

Sygnał z wyjścia 11 przerzutnika astabilnego IC3c-IC3d jest skierowany do wejścia zegarowgo 14 licznika dziesiętnego IC4, opisanego w części 4.

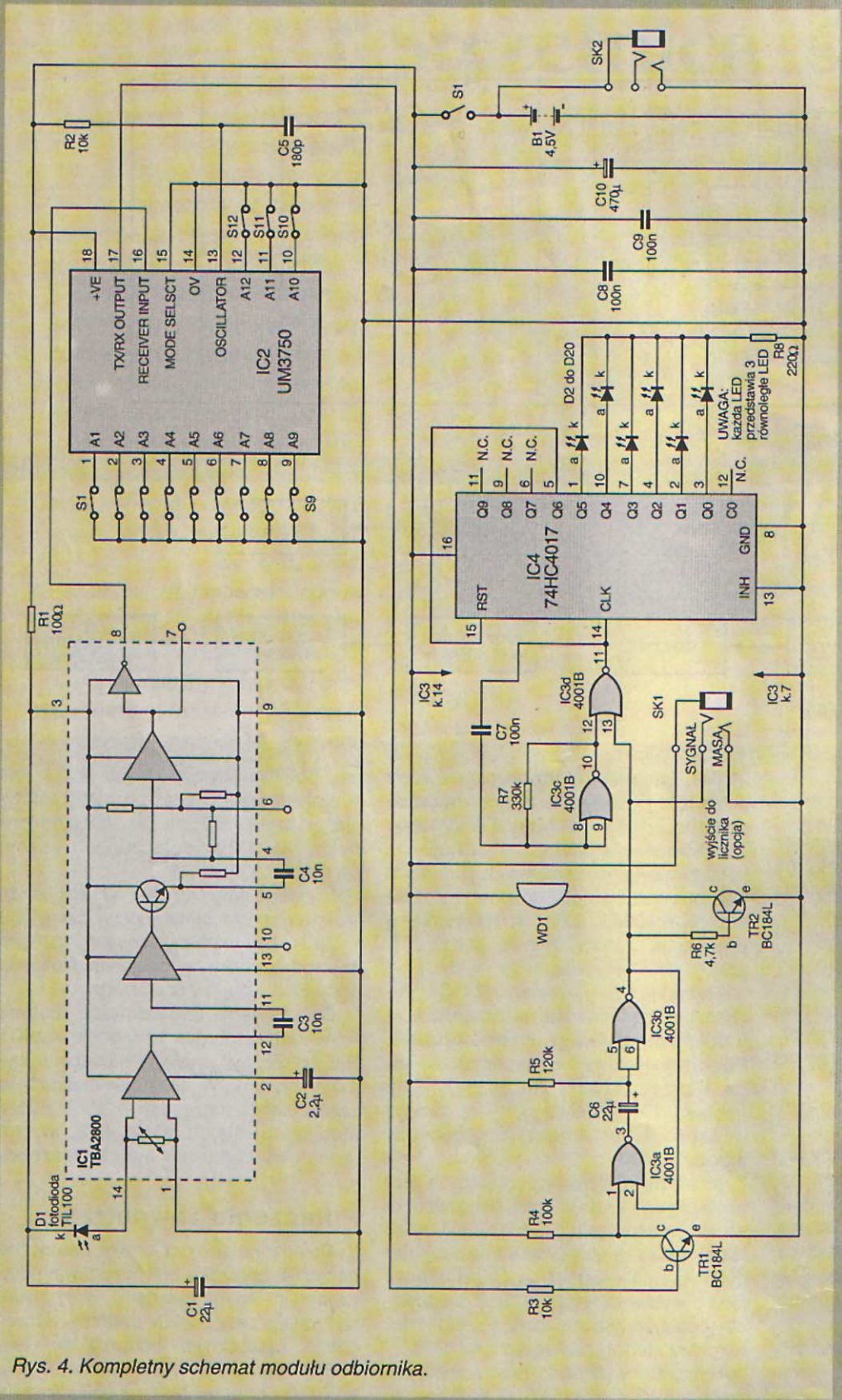
Do sterowania LED wykorzystano tylko sześć wyjść licznika, a siódme (końcówka 5) służy do jego kasowania, aby LED świeciły w równomiernej sekwencji, bez potknięć. Na schemacie widnieje sześć LED, można jednak użyć ich więcej, pod warunkiem że ich liczba jest wielokrotnością sześciu. W prototypie użyto 18 LED, na rys. 4. oznaczonych D2...D20, połączonych razem po trzy.

Kondensatory C8, C9 i C10 służą do blokowania zasilania, przy czym C8 i C9 zostały rozmieszczone w różnych miejscach płytki, w celu odblokowania pobliskich układów scalonych.

Do zasilania zastosowano baterię 4,5V, zamiast 9V lub 12V, ponieważ IC1 NIE MOŻE być zasilany napięciem wyższym od 5,5V. W zasadzie można było zasilić układ napięciem 12V, i dodać stabilizator 5V dla IC1 i IC2, w tym jednak wypadku nie było to niezbędne.

## Połączenia zewnętrzne

Dołączone do odbiornika, widoczne na rys. 4, gniazdko SK1 umożliwia połączenie z innym układem, który byłby wyzwalany przez każde trafienie. Szczególnie użytecznym urządzeniem jest licznik zdarzeń, o którym będzie mowa w części 6 serii. Zostaną opisane dwie wersje licznika zdarzeń: jedna w postaci pełnego układu z wyświetlaczem ciekłokrystalicznym, a druga jako gotowy podzespół, wymagający jedynie prostego sprzęgu. Dodatkowy licznik powinien być zasilany tym samym napięciem co odbiornik, dostępnym z tego samego gniazdka SK1.




*Rys. 4. Kompletny schemat modułu odbiornika.*

Dokładne przejrzenie płytki drukowanej odbiornika w pobliżu IC2 wykazuje, że do kodowania są przygotowane tylko trzy ostatnie wyprowadzenia (S10... S12). Pozostałe pominięto dla zaoszczędzenia miejsca na płytce. Nie jest ona przeznaczona do systemu alarmowego, wystarczy więc ograniczona liczba kodów. Na płytce nadajnika jest jednak miejsce na wszystkie 12 zworek lub przełączników DIL, co umożliwia użycie nadajnika także do zdalnego sterowania.

Wystarczy więc wstawienie jednej zworki w nadajniku (w pozycji S10, S11 lub S12) i w tej samej pozycji w odbiorniku. W prototypie użyto w tym celu pozycji S10.

W trakcie montażu trzeba zwrócić szczególną uwagę na poprawne ukierunkowanie diod, tranzystorów i kondensatorów elektrolitycznych. Dla wszystkich połączeń zewnętrznych należy użyć szpilkowych końcówek lutowniczych.

Przy montażu fotodiody czujnika należy zwrócić baczną uwagę, aby została właściwie ukierunkowana. Można ją przylutować bezpośrednio do płytki drukowanej, pozostawiając końcówki tak długie jak to możliwe i wygiąć następnie poza krawędź płytki do pozycji pokazanej na **rys. 7**, skierowując ją w górę w stronę otworu celowniczego w obudowie.

Podczerwoną LED nadajnika można początkowo do sprawdzenia przylutować do szpilkowych końcówek wyprowadzenia. Później połączy się ją z płytką przewodami w pistolecie.

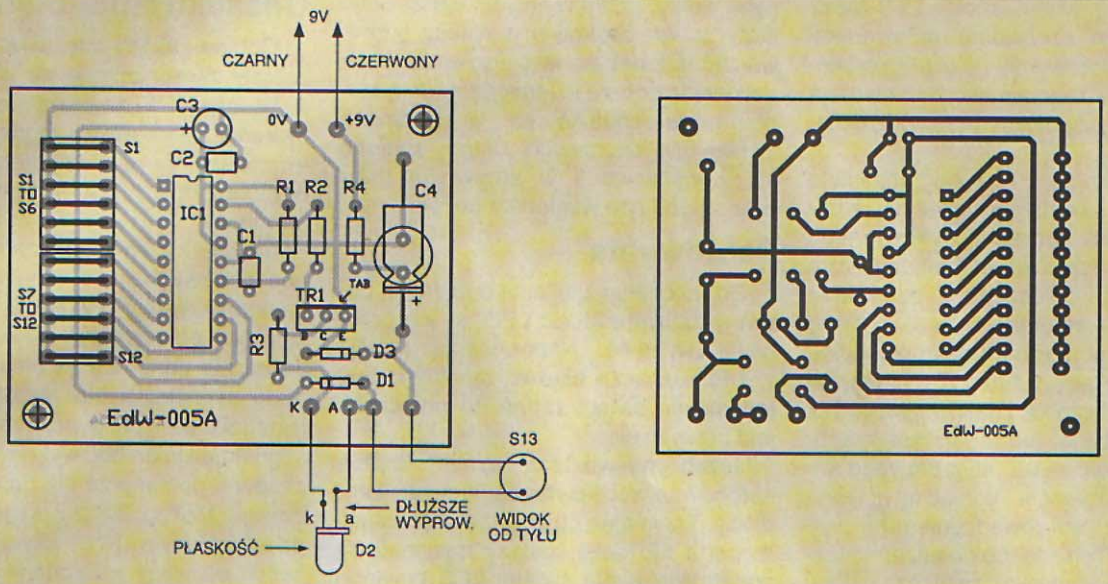
## Obudowa odbiornika

Mocowanie LED do obudowy odbiornika będzie znacznie łatwiejsze przed połączeniem ich z płytką drukowaną. Wiąże się to z wierceniem otworów w obudowie, należy więc od razu wywiercić wszystkie potrzebne otwory. Otwory powinno się wiercić ostrożnie i starannie, aby rozmieszczenie diod utworzyło regularne koło.

Najlepiej skopiować w powiększeniu rys. 7 w celu użycia go jako szablonu. Wymagane powiększenie wynosi około 125%. Najpierw należy starannie wy-

## Montaż

Mozaika ścieżek płytek drukowanych nadajnika i odbiornika oraz rozmieszczenie na nich elementów są pokazane na **rys. 5** i **rys. 6**. Montaż płytek należy zacząć od umieszczenia w nich podstawek układów scalonych, sprawdzając uważnie, czy ich wycięcia są skierowane zgodnie z rys. 6. Chociaż podstawki nie muszą być wmontowane we właściwym kierunku, to jednak poprawnie skierowane wycięcia ułatwią później uniknięcie pomyłek przy wstawianiu układów scalonych. Nie należy ich teraz wstawiać!




*Rys. 5. Mozaika ścieżek płytki drukowanej nadajnika i rozmieszczenie na niej elementów.*

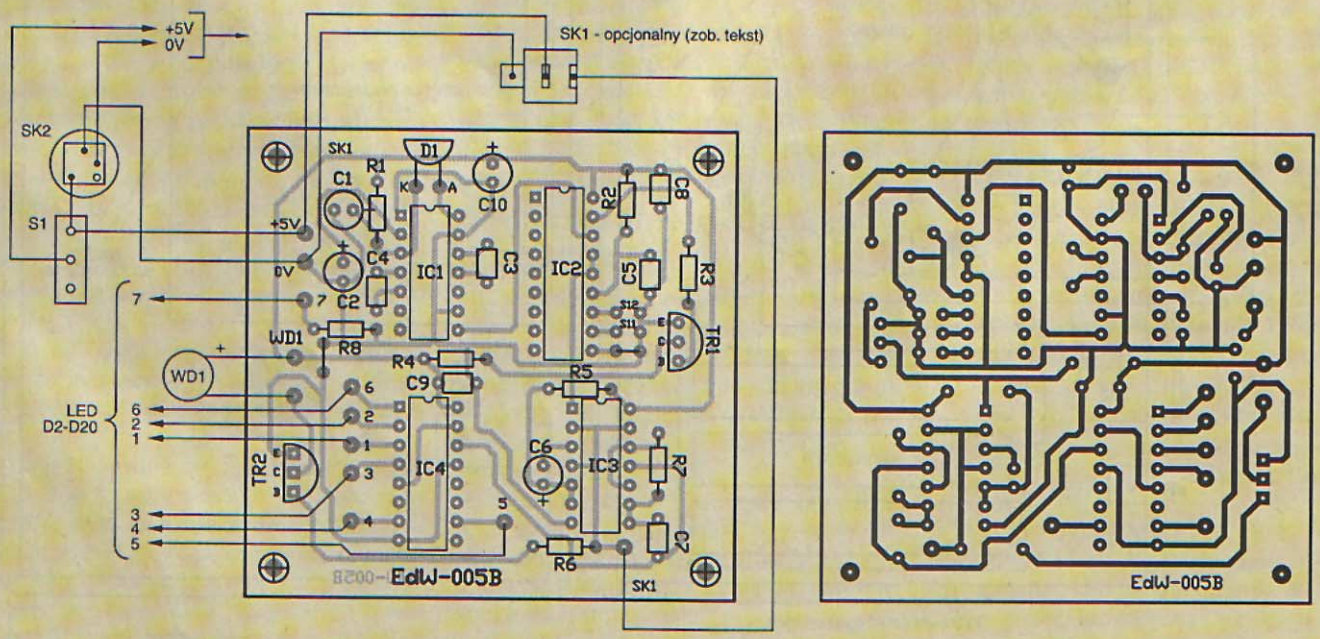
wiercić otwory wiertłem o małej średnicy, a potem powiększyć je do średnicy LED. Trzeba wywiercić też otwór dla wiązki podczerwieni mającej trafiać w czujnik oraz otwór ułatwiający emisję dźwięku brzęczyka. Do wywiercenia są jeszcze otwory dla wyłącznika zasilania S1, gniazdka napięcia zasilającego (SK2), za pomocą którego można użyć zasilacza zewnętrznego, oraz dla gniazdka do licznika zdarzeń (SK1), jeżeli jego użycie jest przewidziane.

Płytkę mocuje się do pokrywy obudowy dwoma śrubami M3 z tulejkami dystansowymi, ścieżkami od strony wyświetlacza diodowego. W ten sposób fotodioda zostanie skierowana w stronę czerwonej soczewki.

## Montaż LED

Po zakończeniu wiercenia trzeba wmontować LED w obudowę w sposób zilustrowany na rys. 7. Trzeba je tak wsuwać w otwory, aby ich dłuższe wyprowadzenia znalazły się od wewnętrznej strony okręgu. Ułatwi to ich łączenie. Krótsze wyprowadzenie każdej diody należy zgiąć na zewnątrz koła, w stronę sąsiedniej diody. Powinno dać się w ten sposób połączyć razem wszystkie krótsze wyprowadzenia katod (k) LED, tworząc z nich zamknięty pierścień. Sposób łączenia dłuższych wyprowadzeń anod (a) LED jest bardziej skomplikowany. Każda LED musi zostać połączona z kolejną siódmą, licząc od niej, LED. Jeżeli użyje się trzech proponowanych kolorów LED, żółtego zielonego i czerwonego, łączenie ich staje się łatwe, zwłaszcza gdy ułoży się je na przemian i oznaczy w sekwencji G1, Y1, R1, G2, Y2, R2 i znowu G1, Y1, R2 itd., jak widać na rys. 7.

Teraz trzeba połączyć razem trzy anody LED oznaczone G1, trzy anody LED oznaczone Y1 itd. Warto tak oznaczyć diody, nawet jeżeli wszystkie LED są tego samego koloru.




*Rys. 6. Mozaika ścieżek płytki drukowanej odbiornika i rozmieszczenie na niej elementów.*

Tak pogrupowane anody LED łączy się następnie sześcioma przewodami (najlepiej kolorowymi) z płytką drukowaną. Nie zapominając oczywiście o siódmym wspólnym przewodzie katod.

Następnie należy wykonać pozostałe połączenia zewnętrzne. Jeżeli użyte będzie gniazdko zasilania zewnętrznego SK2, warto sprawdzić woltomierzem właściwe jego połączenia i odłączanie baterii przez wsuniętą wtyczkę.

Jeżeli wmontowuje się opcjonalne gniazdko stereo 3,5mm (SK1) dla zewnętrznego licznika zdarzeń, warto tak jak w prototypie, jak to ilustruje rys. 6, ekran połączyć z 0V, styk prawego kanału z zasilaniem, a koniec (styk lewego kanału) z wyprowadzeniem na płytce, koło R6. Ten sposób połączeń umożliwi zasilanie licznika z zasilacza układu strzelnicy świetlnej.

Uwaga: wsunięcie wtyczki mono do gniazdka stereo spowoduje zwarcie!

Do płytki nadajnika trzeba przylutować przewody z zatrzaskiem do baterii 9V. Na koniec należy wstawić układy scalone do podstawek, bacząc na poprawne ich ukierunkowanie i zachowując standardowe zabiegi chroniące je przed ładunkami elektrostatycznymi. Innymi słowy, przed wyjęciem ich z antystatycznego opakowania należy odprowadzić ładunek ze swojego ciała przez dotknięcie dobrze uziemionego urządzenia i nie chodzić po wykładzinach z tworzyw sztucznych. Układy scalone już zainstalowane w sprawnym układzie są pod tym względem bezpieczne.

## Testowanie

Po włączeniu zasilania odbiornika powinny zacząć świecić LED, a ich świecenie wirować. Nieświecenie którejś z LED oznacza błąd w montażu. Gdy jednak nie świeci żadna, to przyczyna jest poważniejsza.

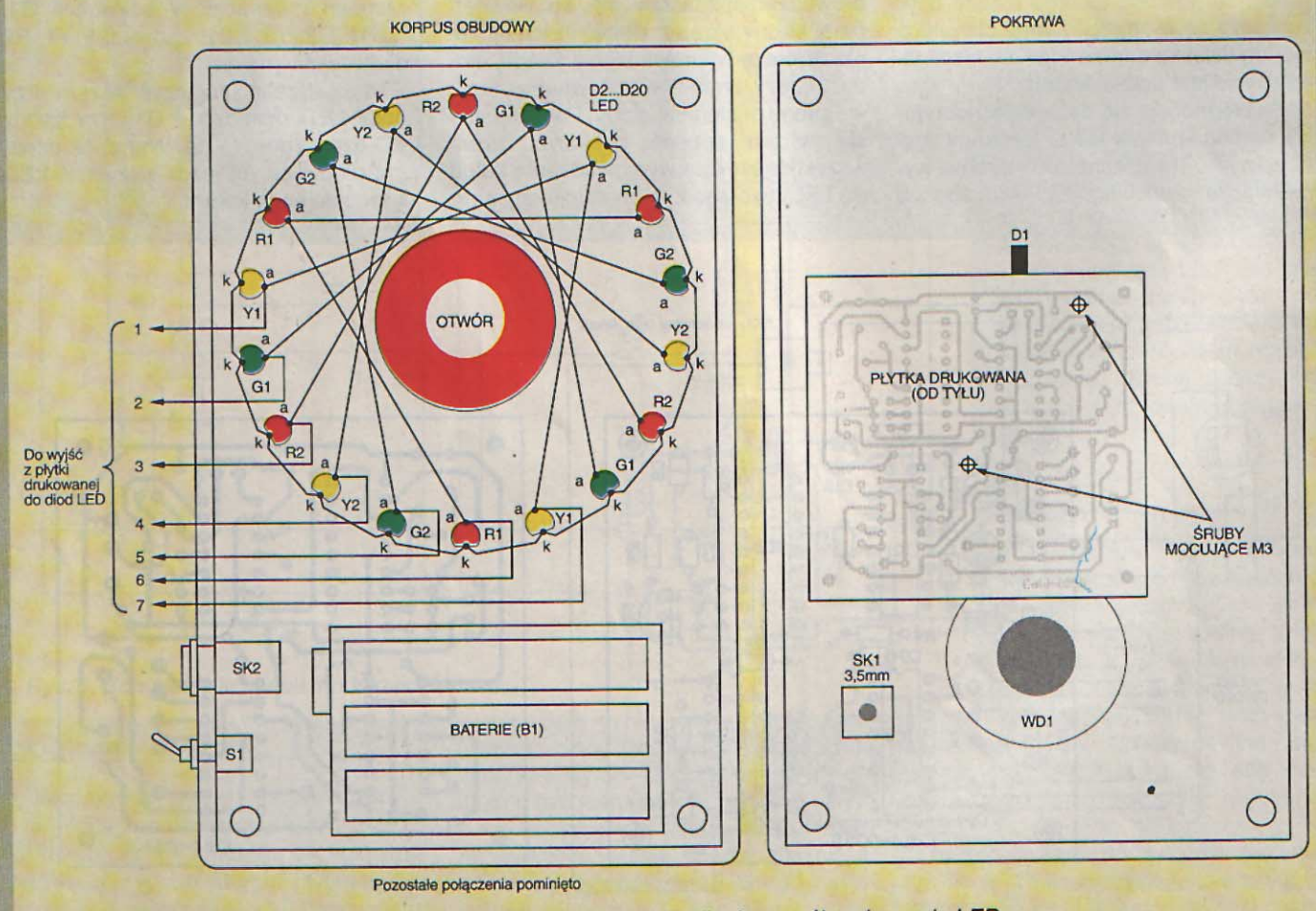
Jeżeli wyświetlacz działa, trzeba spróbować wycelować nadajnik w fotodiodę. Trzymając go w odległości około 1 metra lub dalej, należy nacisnąć na spust. Wirowanie świateł LED powinno się zatrzymać, a brzęczyk zadźwięczeć. Trzeba pamiętać, że rozproszone odbicia podczerwieni mogą zakłócić odbierany kod.

Odbiór może okazać się pewniejszy, jeżeli pokryje się stół warsztatowy czarnym papierem, albo odbiornik umieści się na krawędzi stołu. Gdy system zostanie zamknięty w obudowie, odbicia nie będą zakłócały jego działania.

## Odszukiwanie błędów

Ogólne zasady odszukiwania błędów zostały zamieszczone na końcu części 1. W części 5 znalazła się uwaga, że systemy podczerwieni mogą okazać się frustrujące, zwłaszcza gdy nie wiadomo czy niesprawny jest nadajnik, czy odbiornik.

Oscyloskopem można sprawdzić obecność sygnału na anodzie (a) czujnika podczerwieni, czyli od tej jego strony, która jest połączona z wejściem 14 IC1. Jeżeli nie udaje się zarejestrować żadnego sygnału, trzeba spróbować użyć jakiegokolwiek pilota podczerwieni. Jego sygnał powinien być wykrywalny oscyloskopem, pomimo że nie daje się zdekodować. Można śledzić sygnał w układzie scalonym IC1 dotykając kolejno sondą oscyloskopu końcówek 12, 11, 5 i 4. Jeżeli sygnał jest dekodowany w odbiorniku przez układ IC2, to do prób może być używany zwykły woltomierz. Na przykład po przyłączeniu woltomierza do kolektora tranzystora TR1, względnie wejścia 1 IC3a, zwieranie bazy TR1 do 0V powinno każdorazowo wywoływać stan wysoki na jego kolektorze. Następnie można obserwować wpływ zwierania bazy TR1 na poziom wyjścia




*Rys. 7. Rozmieszczenia podzespołów wewnątrz obudowy odbiornika i sposób połączenia LED.*

## WYKAZ ELEMENTÓW

### Nadajnik

**Rezystory**

0,25W węglowe warstwowe lub lepsze
R1, R2: 10kΩ
R3: 12Ω
R4: 100Ω

**Kondensatory**

C1: 180pF
C2: 100nF, ceramiczny
C3: 100µF/16V, stojący
C4: 470µF/16V, stojący

**Półprzewodniki**

D1, D3: 1N4001
D2: podczerwona LED dużej mocy (np. TIL38)
TR1: TIP121 LUB TIP122, tranzystor Darlingtona npn
IC1: UM3750 koder-dekoder

**Różne**

S1...S12: zob. tekst
S13: przycisk zwierny
płytka drukowana nadajnika
obudowa plastykowa 100mm x 60mm x 23mm z zaczepem do paska (zob. tekst)
obudowa w kształcie pistoletu (zob. tekst)
bateria PP3 9V z zatrzaskiem
czerwona plastykowa soczewka (zob. tekst)
dwurzędowa 18-stykowa podstawka do układu scalonego

### Odbiornik

**Rezystory**

0,25W węglowe warstwowe lub lepsze
R1: 100Ω
R2, R3: 10kΩ
R4: 100kΩ
R5: 120kΩ
R6: 4,7kΩ
R7: 330kΩ
R8: 220Ω

**Kondensatory**

C1, C6: 22µF/16V, stojący
C2: 2,2µF/63V, stojący
C3, C4: 10nF, ceramiczny
C7...C9: 100nF, ceramiczny
C5: 180pF
C10: 470µF/16V, stojący

**Półprzewodniki**

D1: TIL100, fotodioda
D2...D20: okrągłe LED po 6 w trzech kolorach
TR1, TR2: BC184L
IC1: TBA2800 odbiornik-wzmacniacz podczerwieni
IC2: UM3750 koder-dekoder
IC3: 4001B, poczwórna dwuwejściowa bramka NOR
IC4: 74HC4017 licznik dziesiętny

**Różne**

WD1: brzęczyk półprzewodnikowy lub piezoelektryczny
S1: wyłącznik jednoobwodowy, jednopozycyjny
płytka drukowana odbiornika
obudowa plastykowa 150mm x 90mm x 54mm
3 ogniwa R6 z uchwytem
czerwona plastykowa soczewka (zob. tekst)
2 dwurzędowe 14-stykowe podstawki do układu scalonego
dwurzędowa 16-stykowa podstawka do układu scalonego
dwurzędowa 18-stykowa podstawka do układu scalonego
gniazdko zasilania (SK2)
gniazdko stereo 3,5mm (SK1)

przerzutnika monostabilnego 4 IC3b. Powinien przerzucać się na krótką chwilę do stanu wysokiego. Trzeba jeszcze sprawdzić, czy daje się to obserwować także na wejściu 13 IC3d.

Dalej należy sprawdzić napięcie na wejściu 14 IC4. Oscyloskop powinien wykazać falę prostokątną w czasie gdy przerzutnik monostabilny nie jest wyzwolony. Woltomierz wskaże nieco drgające napięcie, w przybliżeniu równe połowie napięcia zasilania. Jeżeli napięcie to jest albo równe zasilającemu, albo zerowe, można próbować wymuszać jego zmianę zwierając drutem na moment wejście 14 z napięciem zasilającym albo z 0V, sprawdzając równocześnie, czy wywołuje to przesuwanie świecenia wyświetlacza o jedną pozycję.

Takie wymuszanie może wydawać się niebezpieczne dla IC3d, ale w praktyce bramki CMOS tolerują krótkie zwarcia!

Wyszukiwanie błędów nadajnika jest trudne bez oscyloskopu i w znacznym stopniu musi być oparte na sprawdzaniu wizualnym. Oscyloskop powinien wykazać sygnał na wyjściu 17 IC1 po naciśnięciu przycisku S13. Sygnał ten powinien pojawić się także na kolektorze tranzystora TR1 (rys. 2.).

## Umieszczenie odbiornika w obudowie

Po sprawdzeniu odbiornika pozostaje tylko umieszczenie w obudowie uchwytu baterii, gniazdka zasilania i wyłącznika, a płytki drukowanej, brzęczyka i opcjonalnego gniazdka stereo w pokrywie. Płytkę drukowaną należy umocować w ten sposób, aby czujnik podczerwieni znalazł się dokładnie pośrodku otworu w okręgu LED. W otwór można wkleić czerwoną soczewkę, która nada całości schludnego wyglądu. Na działanie całości ma jednak marginalny wpływ.

## Umieszczenie nadajnika w obudowie

Dla nadajnika najlepiej nadaje się obudowa w kształcie pistoletu. Prototyp został umieszczony w pistolecie od gry telewizyjnej. Jeżeli nie posiada się odpowiedniego, w najbliższym sklepie z zabawkami z pewnością znajdzie się coś stosownego.

Pistolet trzeba otworzyć, umieścić w środku LED oraz małą soczewkę do skupiania wiązki. Trzeba trochę z nimi poeksperymentować, ponieważ wpływ soczewki jest niewielki.

Płytka nadajnika może zostać umieszczona w pistolecie, ale także może się w nim nie zmieścić. Płytka drukowana prototypu została umieszczona w obudowie pilota. Znajdowało się w niej pomieszczenie na baterię 9V, uzupełniono ją o zaczep do paska. Została połączona z pistoletem 4-przewodowym kablem: 2 przewody dla LED podczerwieni i 2 dla przycisku S13, który powinien zostać sprzężony ze spustem pistoletu. 3-przewodowy kabel także wystarczy, ponieważ LED i S13 są bezpośrednio połączone. Widać to w dolnej części rys. 5.

## Część szósta

Szóstej części "Systemu projektowania modułowego" będzie towarzyszyć projekt dwóch liczników zdarzeń, które mogą między innymi zostać wykorzystane jako uzupełnienie strzelnicy świetlnej do wyświetlania wyników. Dobrej zabawy!

**Max Horsey**
Projekt płytki drukowanej
**James Cohen**

*Uwaga: Tranzystory BC184L mają nietypowy układ wyprowadzeń. Przy zastąpieniu ich popularnymi BC548 należy zwrócić uwagę na inną kolejność wyprowadzeń.*

*Redakcja EdW*

# POZNAJEMY PRZYRZĄDY POMIAROWE

## CZĘŚĆ 5

## Generatory sygnałowe

W poprzednim artykule cyklu, omawiającego różne przyrządy pomiarowe, przedstawiliśmy urządzenia będące źródłami sygnałów, czyli generatory. Generatory sygnałowe należą do ostatniej grupy źródeł sygnałów, klasyfikownych według zakresu częstotliwości sygnałów jakie mogą wytwarzać.

Najczęściej spotykane generatory sygnałowe to urządzenia wytwarzające sygnały o częstotliwościach należących do pasma tzw. częstotliwości radiowych. Na Międzynarodowej Konferencji Radiowej w Atlantic City w 1947 r. przyjęto podział zakresu częstotliwości radiowych na poszczególne pasma. Częstotliwości mniejsze od 30 kHz zaliczono do pasma częstotliwości bardzo niskich VLF. Częstotliwości należące do zakresu od 30 do 300 kHz nazwano falami niskimi LF, a należące do zakresu 300 - 3000 kHz, falami średnimi MF. Pozostałe zakresy to odpowiednio fale wysokie HF (3 - 30 MHz), bardzo wysokie VHF (30 - 300 MHz), ultrawysokie UHF (300 - 3000 MHz), super wysokie (3 - 30 GHz) oraz nadzwyczaj wysokie EFH (3 - 300 GHz). Najczęściej jednak mamy do czynienia z klasyfikacją ustaloną jeszcze wcześniej bo na Międzynarodowej Konferencji CCIR. Ustalono na niej, że fale radiowe dzielą się na fale: długie (od 10 do 100 kHz, średnie (od 100 do 1500 kHz), fale pośrednie (od 1500 do 6000 kHz), krótkie (od 6 do 30 MHz) i bardzo krótkie (powyżej 30 MHz). Te ostatnie są często nazywane falami ultrakrótkimi. Stacje nadawcze UKF działające w Polsce nadają albo w tzw. pasmie OIRT (od 65,5 do 74 MHz) albo w pasmie CCIR (od 87,5 do 108 MHz). Stacje nadające na falach długich nadają najczęściej w zakresie od 150 do 285 kHz, a na falach średnich od 525 kHz do 1605 kHz. Zakres fal krótkich podzielono na 9 wąskich pasm: 11m, 13m, 19m, 25m, 31m, 41m, 49m i 75m. Stacje telewizyjne nadają w zakresie częstotliwości od 40 do 960 MHz. Telewizja satelitarna wykorzystuje częstotliwości mikrofalowe tj. częstotliwości powyżej 1 GHz.

Generatory sygnałowe, w porównaniu z generatorami akustycznymi czy funkcyjnymi, to urządzenia dużo bardziej skomplikowane a więc dużo droższe. Jakkolwiek, prosty generator sygnałowy, w zasadzie próbnik, jest w stanie skonstruować nawet początkujący radioamator.

Najczęściej stosowane generatory sygnałowe wytwarzają sygnały o częstotliwościach należących do pasma o górnej granicy nie przekraczającej 110 MHz. Pozwala to na testowanie większości popularnych urządzeń radiowych. Sygnały wytwarzane przez te urządzenia muszą całkowicie odpowiadać sygnałom wytwarzanym przez radiowe stacje nadawcze i to nie tylko pod względem częstotliwości lecz także pod względem kształtu tj. powinny być odpowiednio zmodulowane.

Typowy generator sygnałowy powinien umożliwiać wytworzenie sygnału zmodulowanego amplitudowo (AM) lub częstotliwościowo (FM). Źródło sygnału modulującego jest najczęściej umieszczone w urządzeniu, jakkolwiek generator powinien mieć specjalne wejście tj. gniazdo do dołączenia zewnętrznego źródła modulacji, czasem osobne do modulacji typu AM i osobne do modulacji FM. Dzięki temu możemy wytworzyć sygnał zmodulowany o kształcie bardziej odpowiadającym naszym indywidualnym wymaganiom, niż gdybyśmy chcieli skorzystać z wewnętrznego źródła modulacji. Jak już wspomniano generator sygnałowy ma swój wewnętrzny generator akustyczny. Nawet w najdroższych rozwiązaniach generatorów sygnałowych ma się zwykle do wyboru parę częstotliwości sygnału modulującego np. 400 Hz i 1 kHz.

Efektywność procesu modulacji jest określana terminem głębokości modulacji (w przypadku modulacji typu AM) oraz dewiacji częstotliwości (w przypadku modulacji typu FM). Parametry te można regulować płynnie lub korzystać z nastaw fabrycznych (czyli najczęściej używanych wartości głębokości i dewiacji) umieszczonych w pamięci generatora sygnałowego.

Kompletny, zmodulowany sygnał, imitujący sygnał stacji nadawczej otrzymuje się na gnieździe wyjściowym generatora, zwykle o impedancji wyjściowej 50W. Poziom tego sygnału można regulować w pewnych granicach. Można go też odczytać na wskaźniku poziomu w jaki zwykle jest wyposażony generator sygnałowy. W starszych konstrukcjach do odczytu głębokości modulacji, dewiacji oraz poziomu sygnału wyjściowego stosowano mierniki analogowe (wskazówkowe). Obecnie do tego celu stosuje się wskaźniki cyfrowe.

Do podstawowych parametrów charakteryzujących generator sygnałowy należą: sposób wytwarzania częstotliwości fali nośnej; zakres, rozdzielczość oraz dokładność wytwarzanych częstotliwości; zakres regulacji dewiacji FM (w kHz) i głębokości modulacji (w %), zakres regulacji poziomu wyjściowego (w dBm) oraz funkcje użytkowe jak np. liczba oraz sposób wykorzystania pamięci, zabezpieczenia oraz dane dotyczące współpracy z komputerem (złącze interfejsu szeregowego RS232C lub GPIB). Szczególnie istotne są dane odnośnie poziomu wyjściowego. Oprócz wymienionego już zakresu regulacji podaje się rozdzielczość z jaką można ustawić poziom wyjściowy, dokładność, zniekształcenia tj. poziom tzw. harmonicznych oraz subharmonicznych a także pozostałości procesu modulacji. W grupie parametrów dotyczących modulacji podaje się oprócz zakresu modulacji rozdzielczość, dokładność oraz zniekształcenia (w %).

Standardowy generator sygnałowy, przeznaczony do serwisu wielozakresowych odbiorników radiowych, radiostacji typu CB czy telefonów bezprzewodowych powinien wytwarzać sygnały

o częstotliwościach od 100kHz do 110MHz, zmodulowanych amplitudowo i częstotliwościowo. Ponadto, powinien być wyposażony w koder sygnału stereofonicznego. Do testowania odbiorników radiowych, wzmacniaczy, fitrów i innych układów elektronicznych pracujących w pasmach AM, FM oraz telewizyjnych nadają się generatory sygnałowe "pokrywające" pasmo częstotliwości od 10 kHz do 260 MHz. Natomiast do serwisu telefonów bezprzewodowych pracujących na wyższych częstotliwościach (np. ok. 900 MHz) oraz telefonów komórkowych stosuje się generatory sygnałowe wytwarzające sygnały należące do zakresu częstotliwości np. od 200 kHz do 1,1 GHz. Im górna częstotliwość graniczna generatora sygnałowego wyższa tym generator droższy.

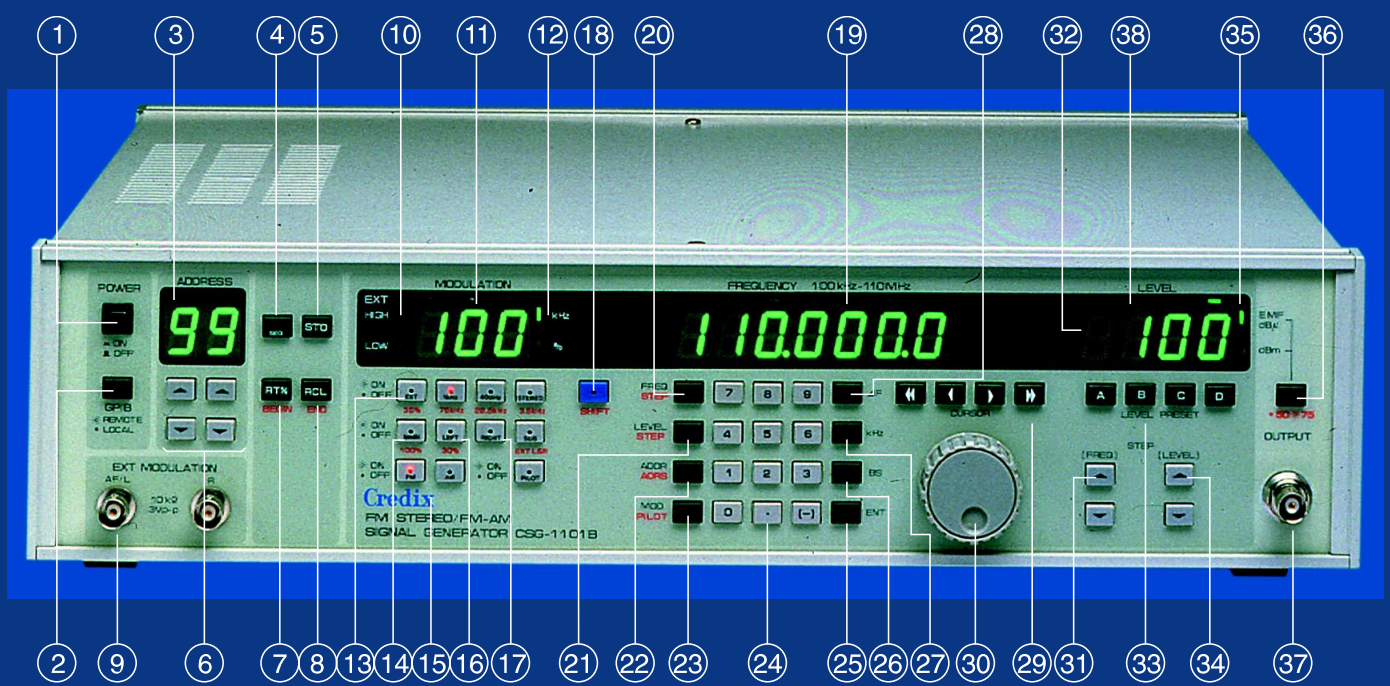
Na **rysunku 1** przedstawiono wygląd płyty czołowej nowoczesnego generatora sygnałowego wytwarzającego na swoim wyjściu (37) sygnał zmodulowany amplitudowo lub częstotliwościowo (w tym też sygnał stereofoniczny) w zakresie częstotliwości od 100 kHz do 110 MHz. Częstotliwość tę można ustawiać z tzw. rozdzielczością równą 100 Hz poniżej 35 MHz i z rozdzielczością 1 kHz powyżej 35 MHz. Urządzenie wyposażono aż w cztery wskaźniki cyfrowe typu LED, oraz szereg pojedynczych diod świecących. Najważniejszy z nich (19), o długości 7 cyfr, służy do kontroli ustawionej częstotliwości. Na innym wskaźniku (11) można odczytać aktualnie stosowaną wartość modulacji, a na wskaźniku (32) wartość poziomu sygnału wyjściowego. Częstotliwość sygnału generatora można ustawiać wieloma sposobami: płynnie za pomocą pokrętła (30), skokowo przy pomocy przycisków góra - dół (31) w połączeniu z systemem kursorów (29) lub wprowadzać bezpośrednio z klawiatury numerycznej (20), (24). W podobny sposób można ustawiać poziom sygnału wyjściowego: pokrętłem (30), przyciskami (34) i klawiaturą (21), (21). Typ jednostki poziomu można wybrać za pomocą przycisku (36). Ponadto często używane wartości poziomu mogą być zapamiętane w czterech pamięciach i wywoływane za pomocą przycisków (33).

Osobnego omówienia wymaga sposób ustawiania rodzaju i wartości modulacji. Przycisk (14) służy do ustawienia źródła modulacji tj. źródła wewnętrznego o częstotliwości 1 kHz i 400 Hz albo zewnętrznego, dołączonego do gniazda (9), natomiast przyciski (15) do wyboru rodzaju modulacji AM lub FM. Wartość modulacji tj. głębokości i dewiacji można wprowadzać, podobnie jak w przypadku częstotliwości i poziomu wyjściowego, bezpośrednio z klawiatury (23), (24), za pomocą pokrętła (30) lub za pomocą przycisków "góra-dół" (31). Ponadto cztery pamięci (13) umożliwiają zapamiętanie do czterech najczęściej używanych wartości modulacji i przywołanie ich w razie potrzeby.

Na tym jednak nie kończą się funkcje "pamięciowe" generatora. Wyposażono go bowiem jeszcze w 100 pamięci. W każdej z nich można zapamiętać komplet nastaw wszystkich elementów regulacyjnych na płycie czołowej generatora. Adres pamięci od 0 do 99 ustawia się za pomocą przycisków (6), tj zwiększa o 1 lub 10, i wyświetla na wskaźniku (3). Można go też wprowadzić bezpośrednio z klawiatury (22), (24). Do programowania czyli zapisu w pamięci oraz odczytu służy zespół przycisków (4, 5, 7, 8).

Opisywany generator może pracować niezależnie (tryb local) lub być też (jako element całego systemu pomiarowego zawierającego np. zasilacz, multimetr stacjonarny, oscyloskop) sterowany przez komputer klasy PC (tryb remote - zdalne sterowanie). W tym ostatnim przypadku komunikacja z komputerem dokonuje się za pośrednictwem interfejsu GPIB. Do przełączenia trybów pracy służy przycisk (2).

**Leszek Halicki**




*Rys. 1. Wygląd płyty czołowej typowego generatora sygnałowego na przykładzie generatora firmy Credix.*

# Alarm samochodowy

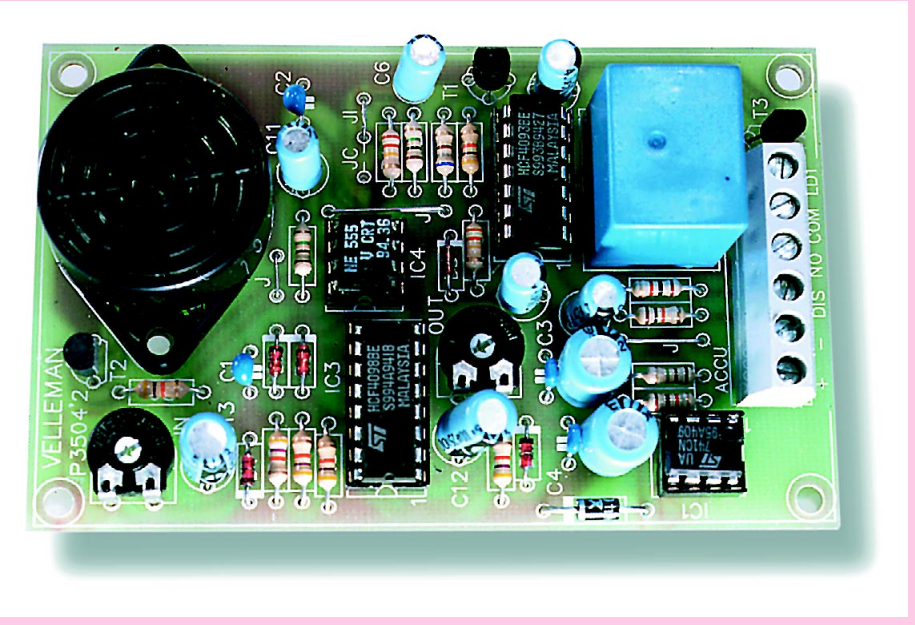
## kit K3504

*Kontynuujemy prezentację zestawów dla hobbystów produkowanych przez najbardziej znanego wytwórcę europejskiego - firmę Velleman.*

*Dla polskich nabywców zestawu pewną niedogodnością może być fakt, że oryginalna instrukcja, choć napisana jest w kilku językach, nie zawiera wersji polskiej. Ponadto instrukcja podaje tylko najpotrzebniejsze wskazówki potrzebne przy montażu, nie obejmuje natomiast żadnej analizy funkcjonowania układu, a wiemy, że zaciekawi to spore grono odbiorców.*

*Opisywany układ jest przeznaczony do zamontowania w samochodzie. Jego działanie opiera się na monitorowaniu napięcia akumulatora. Gdy włamywacz otworzy drzwi lub bagażnik i zaświeci się lampka oświetlająca wnętrze samochodu lub bagażnik, wtedy pod wpływem obciążenia napięcie akumulatora obniży się o kilkanaście...kilkadziesiąt miliwoltów. Opisywany układ zareaguje na to włączeniem syreny alarmowej.*

*Aby układ chronił także przedział silnika, należy zamontować odpowiedni wyłącznik włączający jakieś obciążenie (np. lampkę) po otwarciu klapy silnika.*




Jak wynika z zasady działania układu, do jego funkcjonowania nie są potrzebne dodatkowe styki czy inne czujniki. Oczywiście przy takiej zasadzie działania układ nie nadaje się do roli alarmu chroniącego mieszkanie czy domek letniskowy.

Urządzenie pozostaje cały czas pod napięciem, wybór stanu pracy czuwanie/wyłączenie sterowany jest podaniem napięcia na wejście DIS. W najprostszym przypadku jest to napięcie ze stacyjki. Dla wygody użytkownika prezentowane urządzenie alarmowe wyposażone jest w układy opóźniające i sygnalizatory. Jeden z bloków opóźniających umożliwia spokojne opuszczenie pojazdu po wyłączeniu stacyjki - migająca dioda LED informuje o włączeniu alarmu i stanowi przestrogę dla ewentualnego włamywacza. Drugi blok, opóźniając włączenie głównego alarmu przy wsiadaniu, umożliwia wyłączenie urządzenia przez właściciela. W tym czasie wbudowany niewielki sygnalizator piezoelektryczny swym dźwiękiem przypomina o konieczności wyłączenia alarmu.

Czasy opóźnienia na wyjście i wejście można ustawić w szerokim zakresie, odpowiednio 2...180 sekund i 2...30 sekund.

W stanie spoczynku układ pobiera około 25mA prądu. Elementem wykonawczym jest przekaźnik o obciążalności styków 10A, co umożliwia dołączenie dowolnych syren alarmowych bądź innych elementów wykonawczych.

Przy jednokrotnym naruszeniu chronionego samochodu, alarm wyłącza się samoczynnie po 60 sekundach.

### Analiza układu elektronicznego

Oryginalny schemat ideowy układu detektora pokazany jest na **rysunku 1**.

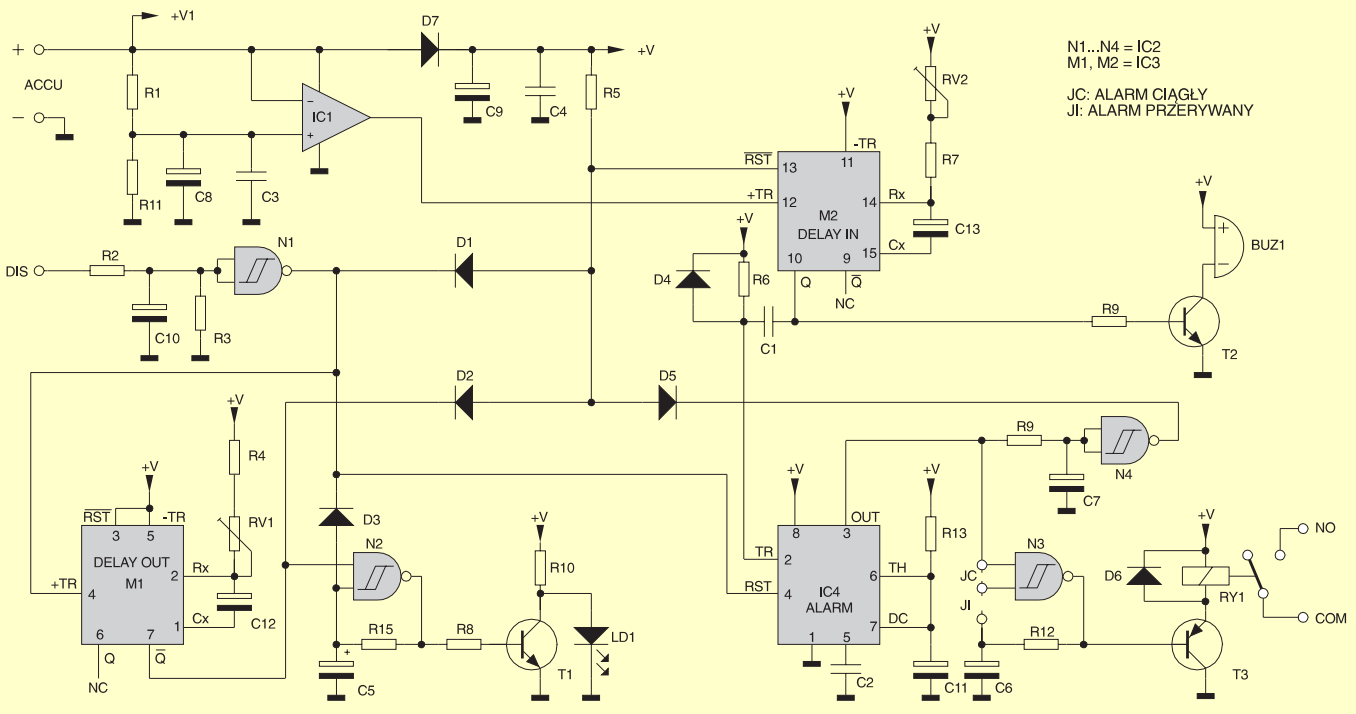
#### Stan nieaktywności

Końcówka DIS decyduje o stanie pracy urządzenia. Gdy na wejście DIS jest podane napięcie +12V, wtedy urządzenie jest nieaktywne. Na wyjściu bramki N1 występuje stan niski, a dzięki diodzie D1 na wejściu RST\ kostki M2 (nóżka 13) także utrzymuje się stan niski, który blokuje działanie układu M2. Stan niski na wejściu RST kostki IC4 zeruje także ten układ i wymusza stan niski na jego wyjściu OUT.

Bramka N2 wraz z elementami R15 i C5 tworzy generator o częstotliwości około 1Hz sterujący świeceniem diody LED. Generator ten w stanie nieaktywności nie pracuje (dioda świecąca LD1 jest wygaszona), ponieważ dioda D3 zwiera kondensator C5 do masy.

#### Stan czuwania

Aby przejść do stanu czuwania należy odłączyć napięcie od wejścia DIS. Wtedy na wyjściu bramki N1 pojawi się stan wysoki. Umożliwi to pracę generatora sterującego diodą świecącą LD1 - zacznie ona świecić światłem pulsującym. Ponadto narastające napięcie (zbocze) na wyjściu bramki N1 wyzwoli przerzutnik jednostabilny M1 przez jego wejście +TR. Na wyjściu Q\ (nóżka 7 układu M2 z kostki IC3) pojawi się stan niski na czas określony wartościami elementów R4, RV1 i C12 - jest to czas na wyjście z samochodu i zamknięcie




*Rys. 1. Schemat elektryczny alarmu samochodowego*

drzwi. Pomimo, że na wyjściu bramki N1 wystąpi już stan wysoki, przerzutnik M2 nadal będzie zablokowany niski stanem podawanym przez diodę D2. Gdy po czasie "wyjścia" przerzutnik M1 powróci do stanu spoczynkowego, na jego wyjściu Q\ pojawi się stan wysoki, co wreszcie spowoduje pojawienie się stanu wysokiego na wejściu RST\ przerzutnika M2 i przejście do stanu czuwania.

W tym stanie urządzenie monitoruje napięcie akumulatora.

Rolę czujnika zmian napięcia pełni wzmacniacz operacyjny IC1, który pracuje jako komparator. Porównuje on bieżące napięcie zasilające z napięciem na kondensatorach C3 i C8, które w stanie czuwania jest mniejsze od napięcia zasilającego o około 12mV. W stanie spoczynku napięcie na wyjściu komparatora jest bliskie masy. Jeśli po dołączeniu obciążenia napięcie akumulatora gwałtownie zmniejszy się o 12 lub więcej miliwoltów, to na wyjściu układu IC1 pojawi się dodatnie napięcie zasilające (w rzeczywistości należy uwzględnić tolerancję rezystora R1 i rozrzut napięcia niezrównoważenia wzmacniacza operacyjnego, i dlatego bezpieczniej jest przyjąć dla najgorszego przypadku, że do zadziałania układu wymagany jest skok napięcia o wartości przynajmniej 20mV).

### Alarm wstępny - prealarm

Jeśli urządzenie jest w stanie czuwania, a więc na wejściu RST\ układu M2 (nóżka 13 IC3) występuje stan logiczny wysoki, wtedy zmiana napięcia na wyjściu komparatora IC1 uruchomi przerzutnik jednostabilny M2 (wejście +TR - nóżka 12). Na wyjściu Q tego przerzutnika (nóżka 10 IC3) pojwi się dodatni impuls o czasie trwania ustalonym przez wartość R7, RV2 i C13. Impuls ten otworzy tranzystor T2 i uruchomi brzęczyk piezo BUZ1. Brzęczyk ten realizuje tzw. prealarm - alarm wstępny. Dość głośny dźwięk brzęczyka przypomina, że za chwilę zostanie uruchomiony alarm główny i trzeba wyłączyć urządzenie podając na wejście DIS napięcie zasilające.

### Alarm główny

Jeśli w czasie trwania prealarmu urządzenie nie zostanie wyłączone, to w momencie zakończenia impulsu na wyjściu Q układu M2, opadające zbocze sygnału dzięki pojemności C1 wytworzy krótki ujemny impuls na rezystorze R6. Impuls ten uruchomi kolejny przerzutnik jednostabilny z kostką IC4 - popularnym układem typu 555. Na wyjściu tej kostki (nóżka 3 IC4) pojawi się stan wysoki i będzie trwał około 60 sekund - jest to czas trwania głównego alarmu. Czas trwania alarmu głównego został ograniczony do około 1 minuty nie tylko ze względów praktycznych, ale także ze względu na przepisy obowiązujące w niektórych krajach europejskich.

Stan wysoki podany na bramkę N3 z kostki IC2 uruchomi przekaźnik RY1. W zależności od sposobu wlutowania zwory uzyskuje się alarm ciągły (zwora JC) lub przerywany w rytmie sekundowym (zwora JI).

Stan wysoki na wyjściu kostki IC4 spowoduje również zablokowanie przerzutnika "prealarmu" - M2 na czas trwania alarmu głównego. Stanie się to dzięki elementom R14, C7, bramce N4 i diodzie D5. Stan niski na wejściu RST\ (nóżka 13 kostki M2) nie pozwoli na powtórne wyzwolenie przerzutnika prealarmu w czasie gdy trwa już alarm główny.

Po zakończeniu alarmu układ znów przejdzie do stanu czuwania - na wejściu RST\ kostki M2 po czasie opóźnienia określonym przez R14 i C7 znów pojawi się stan wysoki.

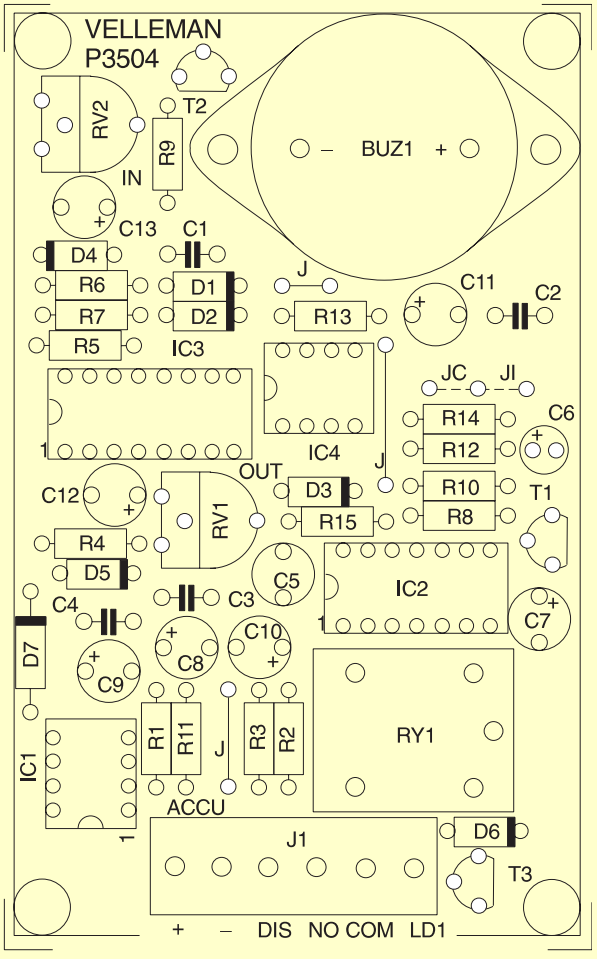
### Wyłączenie układu

Jeśli w czasie czuwania, albo trwania prealarmu, albo nawet alarmu głównego, na wejście DIS zostanie podane napięcie 12V, wtedy na wyjściu bramki N1 z kostki IC2 pojawi się stan niski. Wyłączy on zarówno przerzutnik prealarmu (przez diodę D1), jak i przerzutnik alarmu głównego (wejście RST kostki IC4). Urządzenie powróci do stanu nieaktywności.

## Montaż i uruchomienie

Montaż układu na płytce, której wygląd pokazano na **rysunku 2**, jest prosty. Wszystkie elementy są wyraźnie opisane w instrukcji, tyle że nie po polsku.

Zalecana kolejność montażu związa-




*Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.*

na jest z umieszczeniem elementów w taśmie wchodzącej w skład kitu. Nie trzeba nawet znać kodu barwnego rezystorów, bowiem elementy w taśmie ułożone są według wzrastających numerów porządkowych.

Najpierw należy wlutować dwie zwory oznaczone J oraz trzecią zworę JI. Następnie montować rezystory:
R1, R2 - 1kW
R3 - 10kW
R4-R9 - 47kW itd...
Później diody, w kierunku zgodnym z opisem na płytce:
D1-D6 - 1N4148
i D7 - 1N4001...7.
W dalszej kolejności podstawki pod układy scalone, potencjometry RV1, RV2 oraz tranzystory:
T1, T2 - BC547...9
T3 - BC557...9.
Kondensatory stałe:
C1, C2 - 10nF (możliwe oznaczenie 103)
C3, C4 - 100nF (możliwe oznaczenie 104)
Kondensatory elektrolityczne:
C5-C7 - 4,7µF
C10, C11 - 47µF
C12, C13 - 100µF
C13 - 220µF.
Wreszcie sześciostykowe złącze śrubowe, brzęczyk BUZ1 (dłuższe wyprowadzenie to końcówka dodatnia) i przekaźnik.
Na koniec należy włożyć do podstawek układy scalone:
IC1 - 741
IC2 - CMOS 4093
IC3 - CMOS 4098
IC4 - 555.

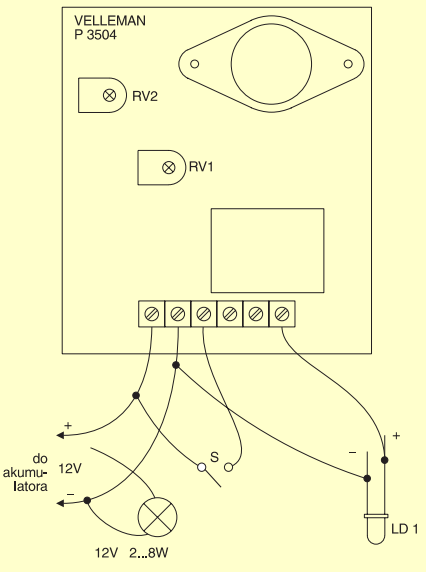
W zestawie występuje plastikowa oprawka na diodę LED, ułatwiająca estetyczne zamocowanie diody na desce rozdzielczej samochodu.

Uwaga! Odwrotne zmontowanie kondensatorów elektrolitycznych, tranzystorów i układów scalonych może spowodować ich nieodwracalne uszkodzenie. W kondensatorach elektrolitycznych koncówka dodatnia jest dłuższa; układy scalone powinny być włożone w podstawki tak, aby wycięcie-klucz odpowiadało rysunkowi na płytce.

Zaleca się, by montaż przeprowadzić powoli i uważnie, ponieważ po zmontowaniu część napisów na płytce jest zakryta i trudno będzie później znaleźć ewentualną pomyłkę.

## WYKAZ ELEMENTÓW

**Rezystory**
R1, R2: 1kW
R3: 10kW
R4...R9: 47kW
R10: 680W
R11...R13: 1MW
R14, R15: 220kW
RV1: 4,7MW lub 5MW
RV2: 1MW
**Kondensatory**
C1, C2: 10nF
C3, C4: 100nF
C5...C7: 4,7µF
C8, C9: 220µF
C10, C11: 47µF
C12, C13: 100µF
**Półprzewodniki**
D1...D6: 1N4148
D7: 1N4001...7
T1, T2: BC547...9
T3: BC557...9
LD1: dioda LED 5mm czerwona
IC1: 741
IC2: CMOS 4093
IC3: CMOS 4098
IC4: 555
**Różne**
J1: złącze śrubowe
BUZ1: brzęczyk piezo
RY1: przekaźnik 12V
podstawki pod układy scalone
oprawka diody LED
płytka drukowana wg rysunku 2




*Rys. 3. Układ testowy.*

Po zmontowaniu należy ostatecznie skontrolować poprawność montażu i można przystąpić do sprawdzenia działania urządzenia.

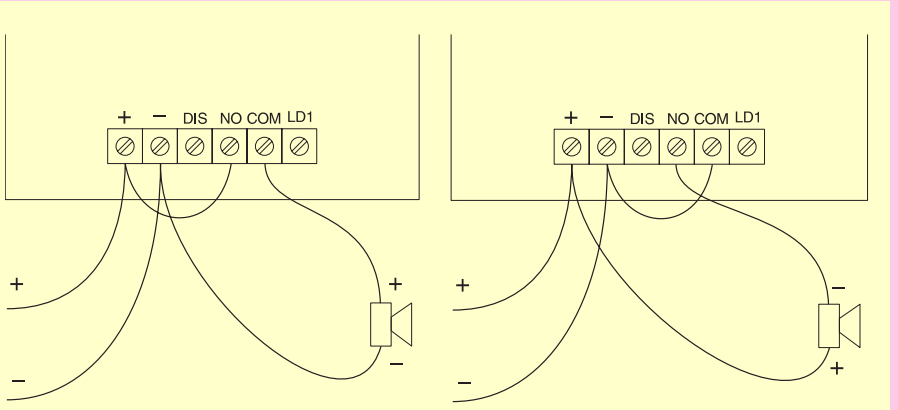
Sprawdzanie można przeprowadzić w układzie z **rysunku 3**, zważając na właściwą biegunowość połączeń. Potencjometry RV1 i RV2 należy ustawić "na minimum", czyli skręcić do oporu w lewo. Do zasilania dobrze jest użyć akumulatora 12V, możliwe jest też zastosowanie zasilacza, byleby tylko miał on małe napięcie tętnień.

Na początku przełącznik S powinien być zwarty - urządzenie będzie w stanie nieaktywności - dioda LD1 będzie wygaszona. Po rozwarciu przełącznika S układ zostanie uruchomiony, a użytkownik będzie miał czas na opuszczenie pojazdu. Po czasie opóźnienia "na wyjście" nastawionym potencjometrem RV1 (około 2 sekundy) urządzenie przejdzie do stanu czuwania; dopiero wtedy zacznie migać czerwona dioda świecąca LD1.

Gdy urządzenie jest w stanie czuwania, do źródła zasilania należy na chwilę dołączyć żarówkę o mocy kilku watów. Wtedy powinien zostać uruchomiony brzęczyk piezo - jest to stan prealarmu. Po czasie "na wejście" ustalonym potencjometrem RV2 (około 2 sekund) brzęczyk zostanie wyłączony, a przekaźnik RY1 zacznie miarowo przełączać (jeśli wlutowano zworę JI). Po około jednej minucie alarm powinien się automatycznie wyłączyć. Wlutowanie zwory JC zamiast JI zmieni alarm z przerywanego na ciągły.

Jeśli w jakimkolwiek stanie pracy zwarty zostanie przełącznik S, urządzenie przejdzie do stanu nieaktywności.

Po wstępnym sprawdzeniu użytkownik może według potrzeb ustawić czasy "na wejście" i "na wyjście".




*Rys. 4. Sposoby dołączenia obciążenia.*

Po zmontowaniu układ od razu działa poprawnie, gdyby jednak pojawiły się jakieś kłopoty należy przede wszystkim upewnić się, czy nie wystąpiły błędy w montażu. Gdy nie widać przyczyny niesprawności, należy przy pomocy woltomierza sprawdzić działanie poszczególnych bloków mierząc napięcie w poszczególnych punktach układu według podanego wcześniej opisu działania.

Źródłem kłopotów może też być użycie zasilacza o słabych parametrach. Dlatego lepiej sprawdzać działanie urządzenia w warunkach jak najbardziej zbliżonych do rzeczywistych.

## Uwagi końcowe

Układ działa pewnie, o ile tylko pod wpływem obciążenia napięcie zasilające spadnie o co najmniej 20mV. Ściślej rzecz biorąc chodzi tu nie tyle o napięcie akumulatora, ale o *napięcie zasilania na zaciskach układu alarmowego*, które zależy także od spadków napięć na przewodach. Należy więc sprawdzić, czy i w którym miejscu instalacji samochodowej warunek ten jest spełniony przy włączaniu niewielkiej lampki o mocy kilku watów. Do sprawdzenia wystarczy dowolny miernik cyfrowy na zakresie 20V.

Do sterowania pracą alarmu w miejsce przełącznika S może być wykorzystane napięcie ze stacyjki, które pojawia się po włożeniu i przekręceniu kluczyka. Takie rozwiazanie ma jednak pewne wady, dlatego korzystniejsze może się okazać zastosowanie oddzielnego, ukrytego wyłącznika lub układu sterującego, choćby zamka sterowanego podczerwienią K6704/K6705 z serii Vellemana. Nabywcy zestawu K3504 znajdą w oryginalnej instrukcji schematy połączeń.

Na uwagę zasługuje jeszcze sprawa wyjścia alarmu. Ponieważ zastosowano przekaźnik, obciążenie (syrenę alarmową) można włączyć na dwa sposoby, jak pokazuje to **rysunek 4**.

**Piotr Górecki**

***Czytelnikom startującym w konkursie "Szkoła Konstruktorów", ogłoszonym w EdW 4/96, szczególnie polecamy tę reklamę***

**ZAPRASZAMY!**

Dział Handlowy
i Dział Reklamy

AVT®

**zapraszają wszystkich Czytelników EdW na V Międzynarodowe Targi Elektrotechniczne**

**ELTARG '96**

organizowane w Katowiach
w dn. 15-18.05.1996

*Drogie układy ISD?*
*Tak, ale teraz już tylko sercu i zamiłowaniom każdego elektronika!*

***Rewelacyjna obniżka cen układów ISD nawet o 25%!***

**Układy ISD**

- prosty i błyskawiczny zapis-odczyt wielu komunikatów w jednoukładowym rozwiązaniu firmy ISD
- tyby operacyjne: zapętlanie komunikatów, czyli odtwarzanie ciągłe
  zapisy sekwencyjne (komunikat po komunikacie) łączne i rozłączne
  wyszukiwanie dowolnego komunikatu
- pamięć nieulotna (brak zasilania nie kasuje nagrania); trwałość 100lat
- 100 tys. cykli nagrywania i odtwarzania
- praktycznie zerowy pobór mocy w stanie spoczynku
- eliminacja przetwarzania a/c i c/a: zapisywane sygnały analogowe w naturalnej analogowej formie gwarantują wysoką i wierną jakość dźwięku.

**Proste zestawy do samodzielnego montażu umożliwiające realizowanie funkcji układów ISD**

Wyłączny dystrybutor firmy Information Storage Devices:
PHU MARTA s.c., ul. Sanocka 1 p. 31, 53-304 Wrocław, tel/fax (0-71) 67-71-71

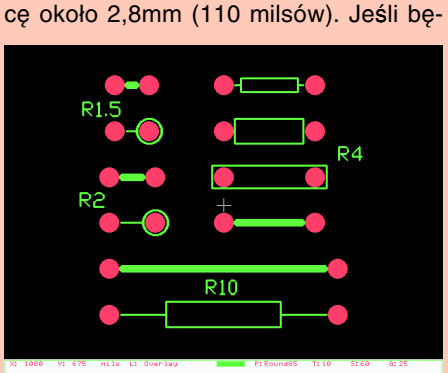
# EasyTRAX — to naprawdę proste! część 5

*Nareszcie przystępujesz do tworzenia własnej biblioteki. Przed podjęciem pracy koniecznie powróć do wskazówek podanych w poprzednim odcinku. Jak się za chwilę przekonasz, tworzenie elementów bibliotecznych jest dziecinnie proste, wymaga tylko odrobiny staranności i cierpliwości. Pakiet EasyTrax jest dostępny w ofercie AVT na dyskietce oznaczonej symbolem 1CA006 (patrz str. 60).*

## Rezystory

Standardowo będziesz stosował małe rezystory o mocy 0,125...0,4W. Radzę Ci od razu wprowadzić do biblioteki cały szereg obudów o różnym rozstawie otworów. Zacznij od standardowego "leżącego" rezystora o rozstawie punktów lutowniczych równym 400 milsów (około 10mm). Ustaw kursor w punkcie o współrzędnych 1000, 1000 (współrzędne są podane w pasku stanu) i umieść tam punkt lutowniczy naciskając "F1". Przesuń kursor na miejsce o współrzędnych 1400, 1000 i umieść tam drugi punkt. Teraz za pomocą "F3" w warstwie Overlay narysuj zarys elementu. Pamiętaj, że *linie opisu nie powinny przebiegać nad projektowanymi otworami. Nie umieszczaj linii opisu także na obszarze, gdzie znajduje się punkt lutowniczy*. Przy płytkach jednowarstwowych (tzw. jednostronnych) nie jest to istotne, ale przyzwyczaj się do tego, bo przy płytkach "dwustronnych" ma już duże znaczenie.

Rezystory w mojej bibliotece zaznaczone są za pomocą pojedynczej, "chudej" kreski o grubości 25 lub 30 milsów. Jeśli Twój element ma mieć obrys odpowiadający prawdziwym wymiarom, to powinieneś zwrócić uwagę przede wszystkim na średnicę rezystora. Na rynku nadal spotyka się mnóstwo rezystorów klasy MŁT0,25, które mają średnicę około 2,8mm (110 milsów). Jeśli będziesz stosował takie rezystory, a pewno będziesz, szerokość Twoich leżących "rezystorów bibliotecznych" powinna być właśnie taka. Aby narysować to dokładnie, musisz zmienić skok kursora ("G""S") z 25 na 5 milsów. Jeśli nie chcesz być tak dokładny, to pozostań przy skoku 25mil.




*Rys. 15. Przykłady "rezystorów bibliotecznych".*

Jeśli twój rezystor jest narysowany, musisz jeszcze ponumerować punkty lutownicze. W Easytraxie od biedy można by się było bez tego obyć, ale przecież w przyszłości będziesz korzystał z listy połączeń (netlist), i wtedy numeracja punktów jest niezbędna. Nabieraj więc zdrowych przyzwyczajeń.

Wykonaj: "E","P", ustaw kursor na punkt o współrzędnych 1000, 1000, "enter", wpisz "1", "enter", "esc".

Następnie ustaw kursor nad drugim punktem: "enter", "enter", wpisz "2", "enter", "esc".

Aby wprowadzić element do biblioteki musisz skorzystać z funkcji BLOCK z menu głównego. Polecenie to będziemy często wykorzystywać przy projektowaniu płytek. Dziś nauczymy się tylko definiować (DEFINE) i ukrywać (HIDE) blok.

Z menu głównego wybierasz menu BLOCK: "B", potem "D" (Define) - w pasku stanu pojawi się napis SELECT FIRST CORNER = wybierz pierwszy narożnik. Ustaw więc kursor w miejscu o współrzędnych 900, 900 i naciśnij enter. Pojawi się napis SELECT SECOND CORNER = wybierz drugi narożnik. Ustaw kursor w miejscu o współrzędnych na przykład 2100, 1100 i naciśnij enter. Następnie aby zdefiniować punkt odniesienia (REFERENCE POINT) ustaw kursor w punkcie 1000, 1000 i naciśnij enter. W wybranym bloku wyświetlane są kolory "odwrotne" do kolorów ustawionych wcześniej poleceniem "S""L".

Zdefiniowałeś blok; jego zawartość wprowadzisz do biblioteki poleceniem "L", "A". Pojawia się tabelka, w którą wpisujesz nazwę definiowanego elementu. Niech to będzie krótka nazwa R4. Wpisz ją do tabelki i naciśnij enter.

Sprawdź zawartość swojej biblioteki poleceniem "L""L" lub "L""B".

Teraz możesz ukryć blok poleceniem "B""H". Mówimy tu o ukryciu (Hide) a nie usunięciu czy skasowaniu zawartości bloku.

Teraz dodaj do biblioteki kolejny element: R5 czyli rezystor o rozstawie 500 milsów (ok. 12,5mm). Poleceniem "M""P" przesuń drugi punkt lutowniczy na miejsce o współrzędnych 1500, 1000, a poleceniem "M""D" lub lepiej "M""T" przedłuż odpowiednio zarys elementu (linie w warstwie Overlay). Następnie znów zdefiniuj blok ("B""D") i wpisz go do biblioteki ("L""A") jako R5.

Możesz także nie ukrywać bloku - specjalnie poleciłem Ci zdefiniować tak długi blok, żebyś mógł po prostu przesuwać punkty i ścieżki wewnątrz bloku, a potem wpisywać zawartość do biblioteki rozkazem "L""A".

Powtarzaj więc całą procedurę aż wprowadzisz do biblioteki rezystory R6...R10 o rozstawie 600, 700, 800, 900 i 1000 milsów.

Koniecznie trzeba też mieć w bibliotece "rezystory stojące". Narysuj więc elementy R1 (o rozstawie punktów lutowniczych równym 100 milsów), R2 i R3. Z praktyki wiem, że przydadzą się też rezystory R1.5 jak też R1.25 czy R2.5 (celowo używam w oznaczeniach kropek zamiast przecinków).

Rysunek stojących rezystorów może zawierać okrąg, który umieścisz poleceniem "P""A". Upewnij się tylko czy grubość linii wynosi 10 mil (sprawdzasz "C", zmieniasz za pomocą "C""A").

Znów jeśli chcesz być dokładny, musisz ustawić skok kursora równy 5 i najprościej poleceniem "E""A" zmienić promień narysowanego okręgu na 55 milsów.

Przemyśl, jak mają wyglądać Twoje rezystory. Na **rysunku 15** możesz zobaczyć różne propozycje rysunków rezystorów o takiej samej wielkości. Jeśli będziesz je zaznaczał pojedynczą kreską,

to na bardziej upakowanych płytkach będziesz miał więcej miejsca na numery elementów. Jeśli natomiast zechcesz precyzyjnie zaznaczać obrys, wtedy przy projektowaniu druku nie popełnisz błędu polegającego na umieszczeniu elementów na płytce zbyt blisko siebie. Nie planuj jednak, że wewnątrz prostokątnego obrysu rezystora będziesz umieszczał potem numer elementu. Niektórzy tak robią, ale jest to zły zwyczaj - po wlutowaniu elementu nie widać jego oznaczenia, co przy ewentualnych naprawach jest dużym utrudnieniem.

Zdecyduj więc sam, jakie "rezystory" chcesz mieć w swej bibliotece.

Wszystkie elementy z rysunku 15 przedstawiają miniaturowe rezystory o mocy do 0,4W. Rezystory dużej mocy wprowadzisz później, w miarę potrzeb.

## Kondensatory

Ogromna większość stosowanych dziś kondensatorów stałych, zarówno foliowych, jak ceramicznych ma rozstaw 200 milsów (ok. 5mm).

Standardowym kondensatorem stałym będzie u Ciebie niewątpliwie element biblioteczny oznaczony C2. Dwa numerowane punkty masz na ekranie, zmień tylko rysunek w warstwie Overlay, aby zawierał on symbol kondensatora.

Proponuję Ci wprowadzenie do biblioteki kilku różnych "kondensatorów" o tym rozstawie. Przecież ceramiczny "lizaczek" ma grubość rzędu półtora milimetra, a foliowy o pojemności 1µF czy 2,2µF będzie miał grubość około 6...7mm. Te grubsze kondensatory możesz oznaczyć C2A, C2B itd.

Są sytuacje, gdy wszystkie elementy na płytce powinny być umieszczone jak najniżej. Przewidując to wprowadź "leżący na boku" kondensator - u mnie ma on oznaczenie C2L.

Niekiedy spotyka się kondensatory ceramiczne o rozstawie wyprowadzeń 100 milsów - zaprojektuj więc kondensator C1. Tak samo przydadzą Ci się elementy C3, C4 i C5. Większe kondensatory wprowadzisz do biblioteki później, w miarę potrzeb. Z pewnością zastosujesz wtedy punkty lutownicze o średnicy 100mil lub większej.

Teraz polecam Ci jeszcze inny "wynalazek". Ponieważ starsze kondensatory mogą mieć większy rozstaw końcówek możesz zaprojektować "kondensator uniwersalny" oznaczony choćby CU mający cztery otwory i punkty lutownicze. Stanowczo nie radzę Ci jednak umieszczać w projekcie bibliotecznym ścieżek w warstwie Bottom Layer, choć program daje taką możliwość. Ścieżki zawsze narysujesz podczas projektowania druku.

Osobny temat to kondensatory elektrolityczne. Jak może zauważyłeś, w oryginalnej bibliotece mają one dziwne oznaczenia informujące o średnicy i rozstawie końcówek. Ja w swojej bibliotece mam elementy CE5, CE6, CE8, CE10, CE13 i CE16. Tym razem liczba oznacza średnicę kondensatora w *milimetrach*. Rozstaw punktów lutowniczych zależy od wielkości i wynosi odpowiednio 100, 100, 150, 200, 200 i 300 milsów. Z praktyki wiem, że przyda ci się "kondensator" CE6A o średnicy 6mm i rozstawie otworów 150mil. Między jego punktami lutowniczymi można bez kłopotu poprowadzić ścieżkę o szerokości 30mil.

W rysunkach kondensatorów elektrolitycznych *koniecznie oznacz końcówkę dodatnią znakiem +*. Wielkość umieszczanego znaku + możesz zmienić poleceniem "S""S""F".

Przyzwyczaj się też nadawać końcówce dodatniej numer 1, zaś ujemnej 2.

Tu polecam Twojej uwadze kolejny "wynalazek". Ponieważ stare "elektrolity" są zdecydowanie większe od nowych, po zaprojektowaniu płytki wykonawca (czyli najczęściej ty sam) może mieć kłopoty z wlutowaniem kondensatora większego lub mniejszego niż przewidziany w projekcie. Możesz więc zaprojektować dwa "uniwersalne elektrolity" oznaczone choćby CEU1 i CEU2 zawierające po trzy otwory umożliwiające wlutowanie kondensatorów o różnych średnicach.

Jeszcze inna sprawa to "leżące elektrolity". Dziś już się prawie nie spotyka kondensatorów z wyprowadzeniami osiowymi. Często zależy nam, żeby płytka była jak "najchudsza" i wszystkie elementy umieszczamy poziomo. Wtedy zachodzi też potrzeba położenia na bok zwykłego elektrolitu. Przewidując to, możesz już teraz wprowadzić kolejne elementy biblioteczne; u mnie "leżące elektrolity" mają oznaczenie CE5L, CE6L... itd.

Wbrew pozorom nie będziesz miał żadnych kłopotów z takimi "leżącymi elektrolitami", bo po umieszczeniu na płytce w razie potrzeby możesz je dodatkowo odwracać poleceniami "M""C""X" lub "M""C""Y".

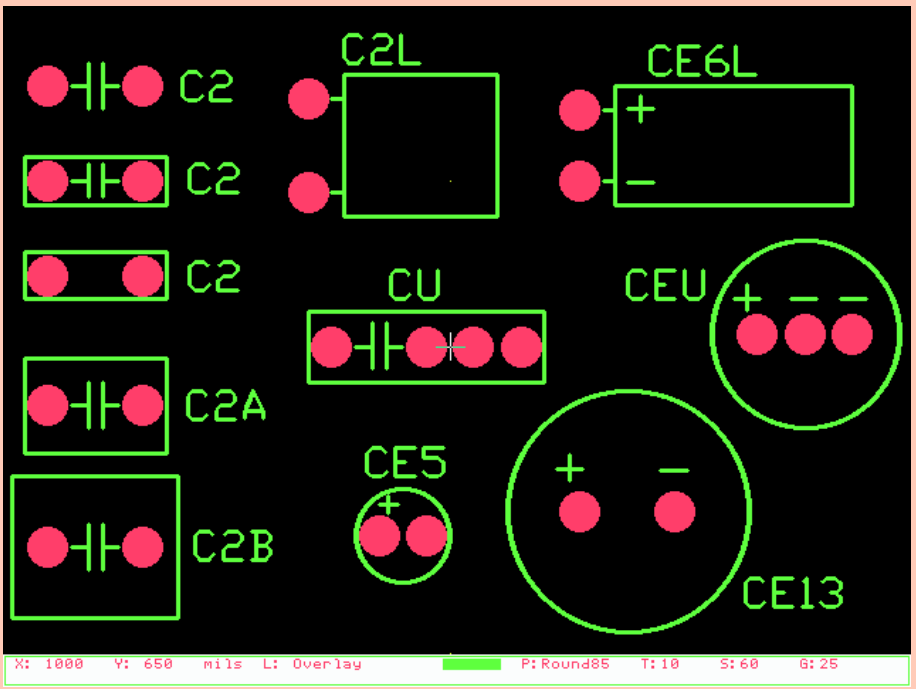
Przykłady "kondensatorów bibliotecznych" możesz obejrzeć na **rysunku 16**.

## Diody

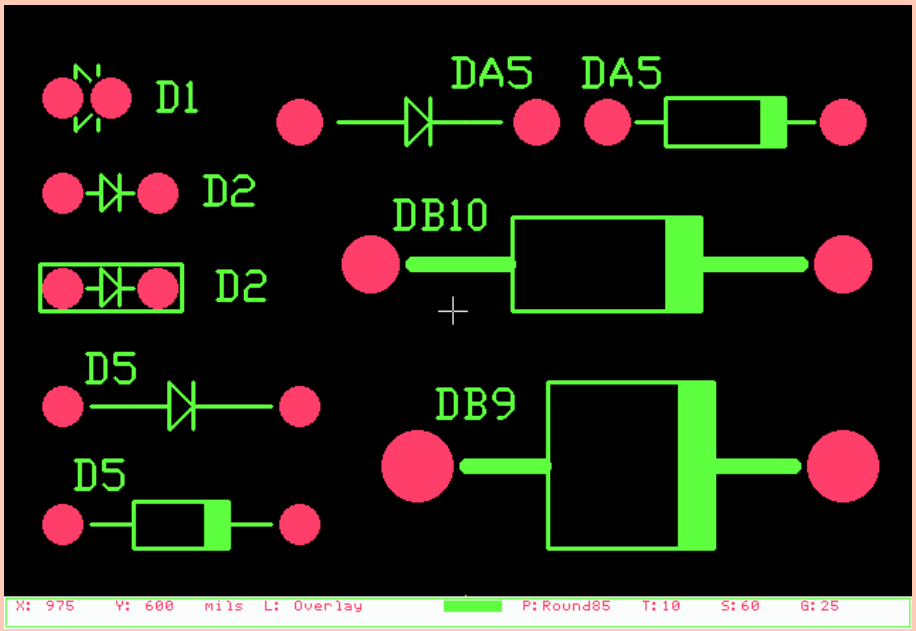
Powinieneś mieć w bibliotece szereg "diod", poczynając od D1 o rozstawie 100 milsów, do D10 o rozstawie 1 cala. Do diod LED wykorzystasz element D1, możesz też wprowadzić oddzielny element o nazwie LED.

Przy diodach pewnym problemem mogą być średnice otworów. Dla małych "szklaczków" typu 1N4148 wystarczy średnica otworu równa 0,6mm. Ty jednak stosuj "standardowy" punkt Round85 z otworem o średnicy 0,8mm.

Diody o większych prądach pracy, już choćby z rodziny 1N400X wymagają otworu o średnicy 1mm. W profesjonalnych programach projektowych, mógłbyś łatwo zmienić średnice wybranych otworów. Na przykład już w Autotraxie dla każdego punktu indywidualnie określasz średnicę plamki lutowniczej, a oddzielnie średnicę otworu. Jak już wiesz, w Easytraxie danej średnicy plamki przypisane jest zawsze to samo wiertło, czyli ta sama średnica otworu, proponuję Ci więc wprowadzenie do bib-




*Rys. 16. Przykłady "kondensatorów bibliotecznych".*




*Rys. 17. Przykłady "diod bibliotecznych".*

lioteki drugiej "rodziny" diod, która będzie miała punkty lutownicze Round100, którym przypisano średnicę wiertła 1mm. Niech to będą elementy DA2...DA10.

Gdybyś kiedyś używał jeszcze większych, 3- lub 6-amperowych diod, powinieneś wprowadzić kolejne elementy biblioteczne zawierające punkty Round 125 lub Round150. Sprawdź, jakie średnice przypisano tym punktom w aktualnym zbiorze standard.etl.

Przy numeracji punktów lutowniczych pamiętaj, by anodę diody oznaczyć numerem 1, katodę - 2.

**Rysunek 17** przedstawia kilka propozycji rysowania diod.

## Tranzystory

Na pewno będzie Ci potrzebny rysunek typowego tranzystora w plastikowej obudowie TO-92. U mnie nazywa się on po prostu T. Ponieważ Easytrax ma bardzo ograniczone możliwości rysowania łuków, musisz użyć okręgu lub narysować obrys linią łamaną, w najprostszej postaci w kształcie trójkąta. Z tym na pewno sobie poradzisz.

Ja w swoich rysunkach zaznaczam wyprowadzenie emitera. Kiedyś, gdy królowały tranzystory w metalowych obudowach było to wręcz konieczne i ułatwiało montaż.

Pewnym problemem jest numeracja punktów lutowniczych. Różne źródła podają odmienną numerację końcówek. W każdym razie środkowa elektroda (baza) ma numer 2. W większości źródeł wyprowadzenie emitera ma numer 1, kolektora - 3. Ta sprawa na razie jest dla Ciebie nieistotna - ewentualnie kiedyś w przyszłości, ale już nie w Easytraxie, będziesz się martwił, żeby "zegrać" program do rysowania schematów (np. Orcad) i program do projektowania płytek.

Oprócz typowego "tranzystora" T powinieneś mieć elementy o innym rozstawie końcówek, umożliwiającym przeprowadzenie pomiędzy punktami lutowniczymi jednej lub dwóch ścieżek. Niech to będą elementy TA, TB, TC.

Koniecznie musisz też mieć w bibliotece rysunek tranzystora mocy w obudowie TO-220. Będzie potrzebny jako tranzystor bipolarny, MOSFET mocy, stabilizator trzykońcówkowy itp. Rysunek powinien jednoznacznie informować, z której strony znajduje się metalowa wkładka radiatorowa. Niech w naszej bibliotece element taki nazywa się T1.

Niektórzy mają w bibliotece rysunek obudowy TO-220 z jakimś radiatorem - nie ma to chyba jednak większego sensu, ewentualny obrys radiatora naniesiesz podczas projektowania płytki wprost na rysunek.

Podobnie jak przy diodach, istotny problem stanowią średnice otworów. Do rysunku obudowy TO-220 nie możesz wykorzystać punktów Round85, bowiem im przypisano wiertło o średnicy 0,7mm (lub 0,8mm). Nie możesz użyć punktów Round100 - są za duże i zewrą wszystkie trzy wyprowadzenia tranzystora. Proponuję Ci użycie kwardatowych punktów lutowniczych Square85 - wybierasz je rozkazem "C""P". W zbiorze standard.etl przypiszesz im później (lub już to zrobiłeś) oddzielne narzędzie o średnicy 40mil (1mm), 43mil (1,1mm) lub nawet 48mil (1,2mm).

Mogę Ci jeszcze zaproponować wprowadzenie rysunków "leżących tranzystorów": w obudowie TO-92 o oznaczeniu TL i w obudowie TO-220 - T1L.

Zasada numeracji wyprowadzeń w obudowie TO-220 jest jasna: patrząc na tranzystor od strony opisu (oczywiście nóżkami w dół), od strony lewej do prawej mamy nóżki 1, 2 i 3. Baza (w MOSFETach - bramka) ma więc zawsze numer 1, kolektor (dren) - numer 2.

Rysunki obudów tranzystorów mogą wyglądać jak na **rysunku 18**.

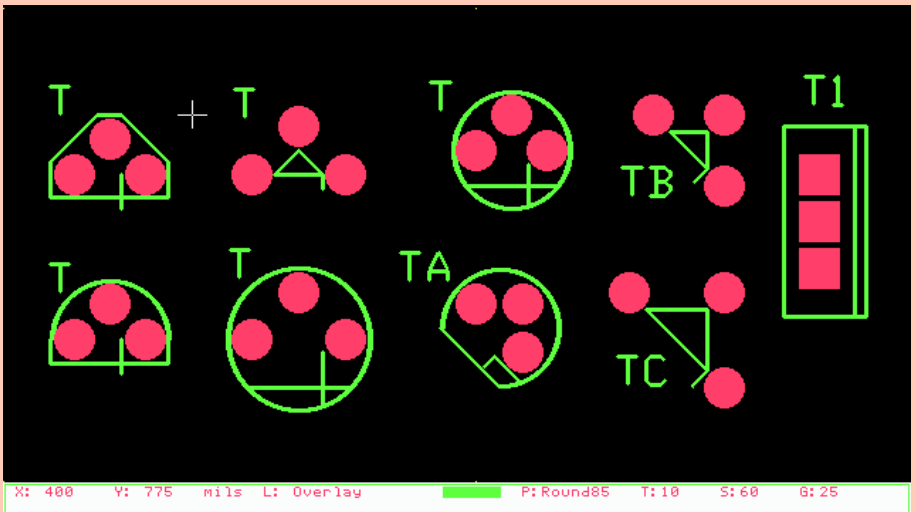
## Układy scalone

Nie powinieneś mieć z nimi żadnych kłopotów. Nie zapomnij tylko zaznaczyć łukiem wycięcia-klucza i ponumeruj punkty lutownicze (nóżki).

W firmowych bibliotekach standardowe obudowy mają oznaczenie DIPXX. Ty, jeśli chcesz, możesz je nazwać U8, U14, U16 itd.

Elementy te będziesz wykorzystywał do zaznaczania nie tylko układów scalonych, ale też tzw. DIP-switchów i R-packów (7 lub 8 rezystorów w obudowie typu DIP).

Myślę, że na razie nie zamierzasz stosować kostek przeznaczonych do montażu powierzchniowego typu SO-XX, PLCC czy podobnych. W razie potrzeby możesz je "ściągnąć" *w niezmie-*




*Rys. 18. Przykłady "tranzystorów bibliotecznych".*

*nionej postaci* z biblioteki easystd.lib do nowej biblioteki za pomocą polecenia (Library Merge): “L”, “M”, wpisz “c:\easytrax\easystd.lib”, “enter”, wpisz nazwę “ściąganego” elementu np. PGA84X10, “enter”, wreszcie “enter” albo wpisz nową nazwę i ”enter”.

Inną, chyba lepszą drogą, dającą możliwość wprowadzenia zmian jest umieszczenie na arkuszu roboczym (ekranie) potrzebnych elementów poleceniem “P”“C”, gdy bieżącą biblioteką jest EASYSTD.LIB. Później można dokonać potrzebnych poprawek (wykorzystując polecenie “L”“E”), a następnie zmienić czynną bibliotekę na MOJA.LIB i wpisać do niej po kolei poszczególne elementy używając poleceń z menu Block i Library Add.

Gdybyś ściągał z biblioteki EASYSTD.LIB rysunki układów scalonych DIP, zastosuj drugi sposób i koniecznie zmień wszystkie punkty lutownicze (także punkt nr 1) na Round85.

Nie stosuj natomiast punktów typu DIPXX, bo niektóre stare fotoplotery mają duże trudności przy “malowaniu” tych punktów.

Nie martw się - gdybyś podczas projektowania płytki musiał poprowadzić ścieżkę między nóżkami układu scalonego zmienisz punkt z Round85 na Square62 lub lepiej na R60X120.

## Inne elementy biblioteczne

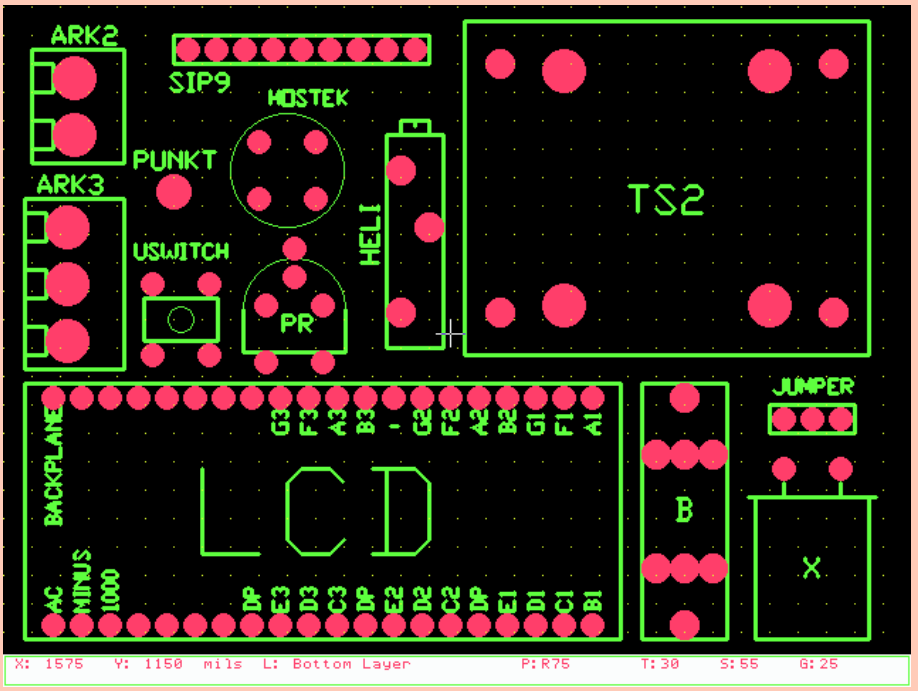
Z czasem życie zmusi Cię do wprowadzenia wielu dalszych elementów bibliotecznych. Na początek musisz mieć kilka najpotrzebniejszych.

Weź więc suwmiarkę, zmierz gabaryty obudowy i rozstaw nóżek, przelicz wymiary z milimetrów na milsy według prostej zależności:
długość w milsach = długość w milimetrach x 39,4
(bo 1mm = 39,37mil).

Nie przesadzaj z dokładnością, zaokrąglaj w górę do 5 lub nawet 25 milsów, potem obudowy rysuj przy skoku kursora 25 lub co najwyżej 5 milsów, przy czym punkty lutownicze w miarę możliwości staraj się umieszczać w rastrze 25mil.

Pamiętaj zawsze, *że jeśli wymagana jest większa średnica otworu, nie możesz stosować punktów Round85*, lecz punkty Round100, Round125, Square85 czy jeszcze inne, bo te pierwsze mają przypisaną średnicę otworu równą 0,7 lub 0,8mm.

Zmierz więc, albo znajdź wymiary w katalogach i wprowadź do biblioteki rysunki obudów zwykłych węglowych potencjometrów montażowych - popularnych PR-ków. Uważaj na średnice otworów! Krajowe PR-ki wymagają większych otworów. W miarę możliwości umieść dodatkowe punkty i otwory, żebyś potem na płytce mógł zamontować zarówno PR-ki stojące, jak i leżące.




*Rys. 19. Inne elementy biblioteczne.*

Wprowadź też ze dwa rysunki precyzyjnych potencjometrów dostrojczych (helitrimów). Zaprojektowanie uniwersalngo rysunku dla wszystkich możliwych potencjometrów montażowych nie jest takie proste (może nawet niemożliwe) i pewnie w przyszłości niejednokrotnie będziesz zmieniał swoje biblioteczne PR-ki i HELItrimy.

To samo dotyczy przekaźników. Zwróć uwagę, że niektóre przekaźniki mają wymiary wynikające z rastra calowego, inne milimetrowego. Na wszelki wypadek stosuj więc większe punkty lutownicze i otwory zawsze “o jeden numer za duże” - dzięki temu w przyszłości unikniesz wielu stresów. Ja na przykład zbudowałem w ten sposób “uniwersalny przekaźnik” umożliwiający wlutowanie przekaźników RM81, RM82 oraz RM96 cztero- i pięcionóżkowych.

W twojej bibliotece nie może zabraknąć złączy śrubowych ARK-2 i ARK-3, gniazda bezpiecznikowego montowanego na płytce (sprężynek stykowych), kwarcu “stojącego” i ”leżącego”, różnych złączy, jumperków, microswitchów, obudów SIP a nawet mniejszych transformatorów sieciowych TS2...TS10.

Stopniowo będziesz dodawał kolejne elementy takie jak wyświetlacze LED i LCD, cewki, rezystory mocy, brzęczyki, przełączniki itp.

Na **rysunku 19** możesz obejrzeć niektóre elementy z mojej biblioteki.

Dla elementów mocy koniecznie stosuj punkty Round100, Square85 ze średnicą otworu 1mm, a nawet większe. Dla przekaźników, złącz ARK użyj większych punktów Round125 lub Round150 i przyporządkuj im średnicę otworu 48mil (1,2mm) lub 51mil (1,3mm).

W miarę możliwości stosuj otwory sporo większe od średnicy końcówki lutowniczej danego elementu - dość często podobne elementy różnych producentów mają inną średnicę końcówek.

## Podsumowanie

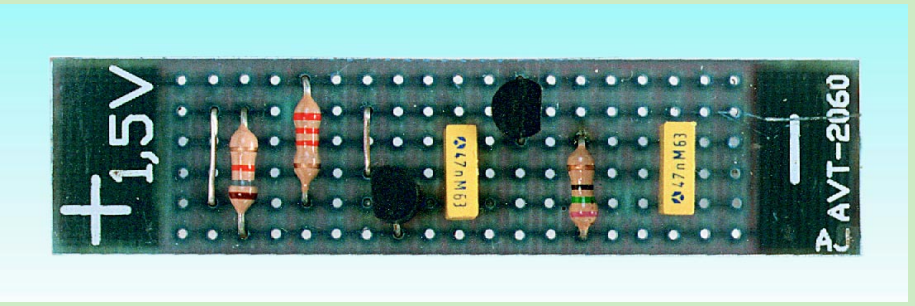
A teraz po przeczytaniu artykułu zastanów się jeszcze raz co chcesz osiągnąć, przyjmij jakiś własny “standard” i zabierz się solidnie do pracy. Nie bagatelizuj sprawy bibliotek. Jak Ci wspominałem w jednym z poprzednich odcinków, znam się trochę na tym, bo dochodziłem do opisanych wniosków długą i bolesną drogą (wielokrotnych) prób i (wielokrotnych) błędów. Nie powtarzaj tych błędów - od początku zadbaj o porządek w swojej bibliotece. Poświęć teraz parę godzin, a zaoszczędzisz sobie w przyszłości wielu problemów. “Zainwestowany” czas zwróci się wielokrotnie. Jeśli w przyszłości z Easytraxa przesiądziesz się na większego krewnego: Autotraxa, a później na Protel for Windows, możesz za każdym razem tworzyć bibliotekę od nowa, ale możesz też dokonać konwersji elementów z formatu Easytraxa na Autotraxa i dalej na Protela, a potem wpisać je do nowej biblioteki, ewentualnie dodając niezbędne nowe atrybuty.

A teraz weź się do pracy!

W następnym odcinku weźmiemy się wreszcie za projektowanie konkretnej płytki drukowanej.

**Piotr Górecki**

# Generator m.cz. - próbnik

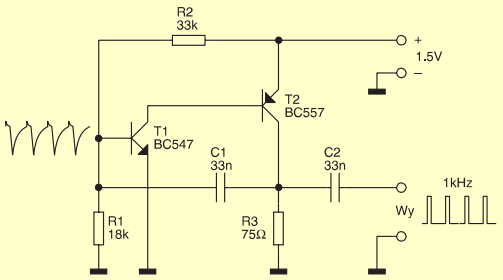



## Do czego to służy?

Generatory małej częstotliwości są wykorzystywane do sprawdzania stopni m.cz., przeróżnych odbiorników (radiowych, telewizyjnych, gramofonów itp.), zdejmowania charakterystyki amplitudowo-częstotliwościowej wymienionych układów, jak również filtrów. Często podczas napraw układów zawierających wzmacniacze m.cz., czy przy sprawdzaniu układu w warunkach domowych, przykładamy palec lub wkrętak do wejścia wzmacniacza i jeżeli w głośniku słyszymy głośny brum możemy uznać, że wzmacniacz pracuje prawidłowo. Znacznie lepszym sposobem testowania może byćużycie generatora m.cz. - testera, którego częstotliwość podstawowa wynosi około 1kHz, a jego częstotliwości harmoniczne występują w zakresie w.cz. do kilkudziesięciu MHz.

## Jak to działa?

Do wytwarzania sygnału małej częstotliwości służą różne generatory, w których zastosowano dodatnie sprzężenie zwrotne (jeden z warunków wzbudzania drgań). Jednym z takich układów jest generator, którego schemat elektryczny jest przedstawiony na **rysunku 1**. Urządzenie to jest prostym multiwibratorem, zestawionym z dwóch tranzystorów komplementarnych npn-pnp połączonych galwanicznie. Elementem dodatniego sprzężenia zwrotnego decydującym w zdecydowany sposób o częstotliwości drgań układu jest kondensator C1. Rezystor R3 jest obciążeniem układu i jego rezystancja została dobrana pod kątem znormalizowanej impedancji wielu układów w.cz. (75W). Dzielnik rezystorowy R1 R2 służy do ustawienia odpowiedniego punktu pracy pary tranzystorów, przy którym układ wytwarza maksymalną amplitudę drgań elektrycznych (niegasnących).




*Rys. 1. Schemat ideowy generatora m.cz.*

Częstotliwość sygnału wyjściowego można wyznaczyć ze wzoru:
f=33/C1,
gdzie: f w kHz, a C1 w nF

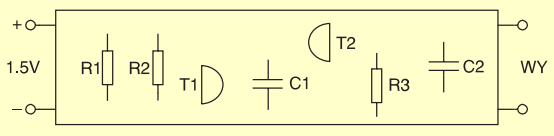
Łatwo zauważyć, że przy pojemności kondensatora C1= 330nF częstotliwość wyjściowa będzie zbliżona do 100Hz, zaś przy obniżeniu pojemności do 1,5nF częstotliwość w układzie modelowym wynosiła 16kHz. W tym drugim przypadku po dołączeniu do wyjścia przetwornika piezoelektrycznego układ może służyć do odstraszania komarów. Oczywiście przy jeszcze większym obniżeniu pojemności kondensatora sprzęgającego zaczyna w coraz większym stopniu decydować pojemność początkowa układu oraz pojemność montażowa. Maksymalna częstotliwość, jaką udało się uzyskać w tym układzie to około 140kHz (C1=68pF).

## Montaż i uruchomienie

Układ modelowy został zmontowany na uniwersalnej płytce drukowanej i jest zasilany z baterii 1,5V typu R6. Ze względu na swoją prostotę i niewielką liczbę elementów składowych, ten generator - próbnik można zmontować łącznie z baterią zasilającą w obudowie plastikowej po zużytym grubym flamastrze. Zamiast końcówki flamastra można zamontować odcinek drutu mosiężnego, który należy połączyć z wyjściem układu. Masę układu można wyprowadzić poprzez przewód izolowany (linkę) zakończony zaciskiem krokodylkowym. Nie należy zapomnieć o wyłączniku zasilania, bo choć pobór prądu jest niewielki, to jednak odłączenie zasilania jest wskazane. Pomocą w montażu może być **rysunek 2**, przedstawiający sposób rozmieszczenia elementów. Niezbędne zwory i przecięcia w płytce uniwersalnej należy zaprojektować samodzielnie na podstawie schematu ideowego.

Układ po zmontowaniu nie wymaga żadnych dodatkowych regulacji i jest gotowy do użycia. Mając do dyspozycji oscyloskop można spróbować skorygować dzielnik rezystorowy R2 R1 pod kątem maksymalnej amplitudy sygnału wyjściowego. Oczywiście, jeżeli nie dysponujemy oscyloskopem oraz miernikiem częstotliwości, to poprawność pracy układu możemy sprawdzić poprzez dołączenie do wyjścia dowolnej słuchawki dynamicznej (nawet telefonicznej) lub przetwornika piezoelektrycznego.

**Andrzej Janeczek**



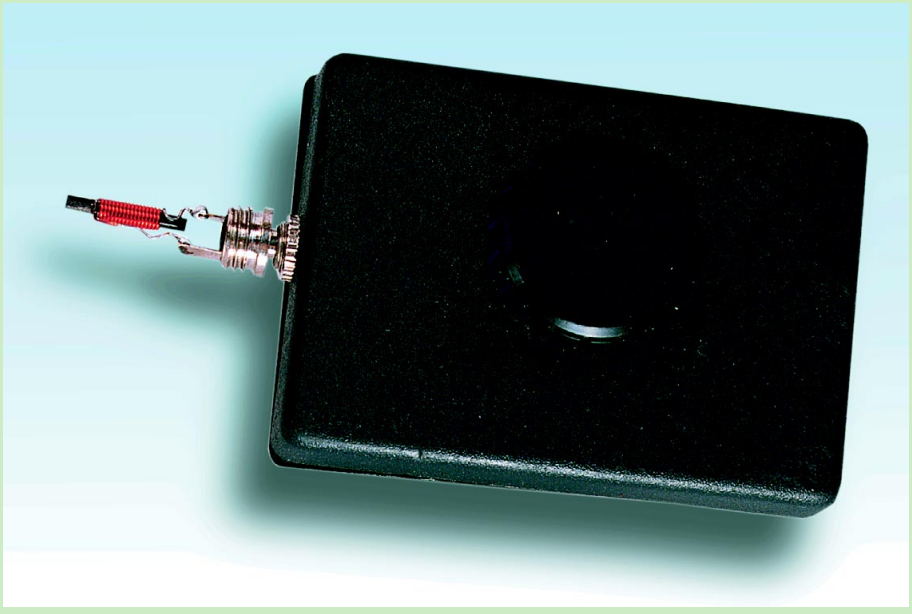

*Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.*

### WYKAZ ELEMENTÓW

**Rezystory**
R1: 18kW
R2: 33kW
R3: 75W
**Kondensatory**
C1, C2: 33nF
**Półprzewodniki**
T1: BC547 itp
T2: BC557 itp

**Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako "kit szkolny" AVT-2106.**

# Generator w.cz. - próbnik



kit 2105 AVT

**Właściwości**

- prosta konstrukcja
- łatwy montaż
- możliwość generowania sygnałów w zakresie od kilkuset kHz do kilku MHz

## Do czego to służy?

Generator w.cz. służy do wytworzenia sygnału przemiennego w zakresie kilkudziesięciu kHz do kilkudziesięciu, a nawet kilkuset MHz. Sygnał taki jest często potrzebny do sprawdzania wzmacniaczy wielkiej częstotliwości - przez podanie na wejście i kontrolę sygnału wyjściowego. Generator w.cz. wchodzi w skład każdego urządzenia odbiorczego oraz nadawczego. Przedstawiony poniżej układ może mieć wszechstronne zastosowanie, a poprzez wymianę cewki może pracować w szerokim zakresie częstotliwości jako generator fali sinusoidalnej. W połączeniu z opisanym poprzednio generatorem m.cz. (kit AVT-2106) może służyć jako generator sygnału zmodulowanego.

## Jak to działa?

Każdy generator w.cz., niezależnie od sposobu wykonania, jest bardziej skomplikowany od generatora m.cz. choćby ze względu na konieczność zastosowania obwodu LC. Obwód rezonansowy składający się z cewki i kondensatora jest elementem filtrującym decydującym o częstotliwości drgań układu. Przedstawiony na **rysunku 1** układ generatora w.cz. o rzadko spotykanej konstrukcji ma wiele zalet. Do niewątpliwie korzystnej właściwości należy brak biernych elementów dodatniego sprzężenia zwrotnego. Następuje ono w obwodach emiterowych tranzystorów T1 T2. Poza dwoma tranzystorami sprzężonymi galwanicznie i obwodem rezonansowym (który jest w prawie każdym generatorze w.cz.) znajduje się jeszcze tylko jeden rezystor ustalający punkt pracy układu.

Częstotliwość sygnału wyjściowego zależy od parametrów elementów LC zgodnie z wzorem:

$$f = \frac{159.200}{L \cdot C},$$

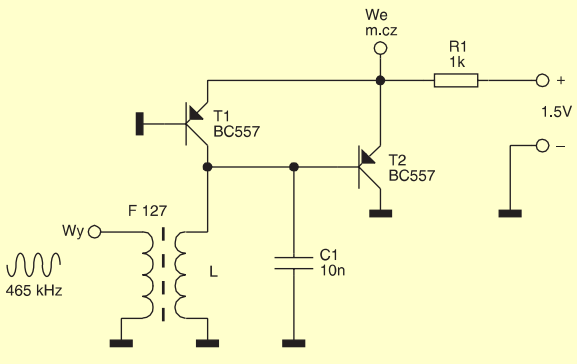
gdzie:
f w kHz, L w µH, C w pF.

Jeżeli w układzie zastosujemy kondensator o zmiennej pojemności np. obrotowy pochodzący z odbiornika radiowego, uzyskamy generator o zmiennej częstotliwośći, czyli bardziej użyteczny w praktyce.

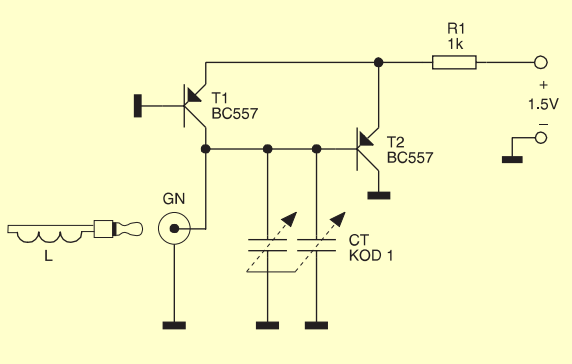
Chcąc uzyskać generator o częstotliwośći pośredniej 465kHz należy użyć filtr typu 7x7 lub 12x12 o takiej właśnie częstotliwości stosowany w radioodbiorniku, oraz współpracujący z nim kondensator.

## Montaż i uruchomienie

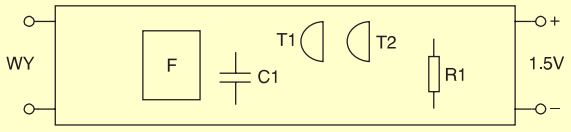
Układ modelowy wypróbowano w dwóch wersjach. W pierwszym przypadku - generatorze 465kHz (**rys. 1**) użyto cewki filtru p.cz. AM typu 7x7 o oznaczeniu 127. W danych katalogowych jest podane, że indukcyjność uzwojenia pierwotnego wynosi 17,3µH (34 zwoje DNE 0,1). Uzwojenie wtórne



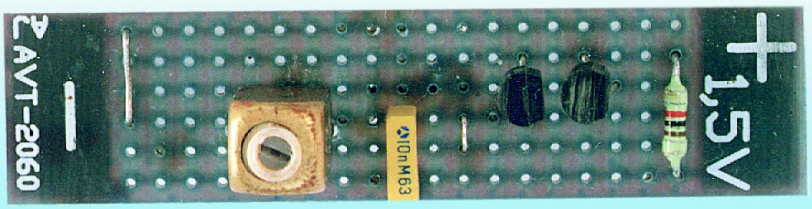

*Rys. 1. Schemat ideowy generatora w.cz., wersja 465kHz.*




*Rys. 2. Schemat ideowy generatora w.cz., wersja 3...7MHz.*




*Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.*




zawiera 4 zwoje takiego samego przewodu nawiniętego na uzwojeniu pierwotnym. Zestrojenie układu polega na ustawieniu rdzenia w filtrze w taki sposób, aby na wyjściu uzyskać wymaganą częstotliwość wyjściową. Jednym z zastosowań tego układu może być generator do demodulacji sygnałów jednowstęgowych tzw BFO. Wyjście tego układu można zbliżyć do diody detektora AM z odbiornika radiofonicznego z zakresem fal krótkich, aby uzyskać demodulację sygnałów jednowstęgowych (SSB) lub telegraficznych (CW). Oczywiście, jednym z warunków jest dostrojenie generatora na najbardziej czytelny sygnał foniczny bądź telegraficzny. Przy zmniejszeniu pojemności kondensatora do 100pF można bez trudu uzyskać sygnał o częstotliwości wyjściowej około 3500kHz.

W drugim przypadku (**rys. 2**) użyto kondensatora zmiennego o pojemności 250pF (dwie sekcje połączone równolegle) kondensatora zmiennego - agregatu AM typu KOD 1, stosowanego w radioodbiornikach turystycznych. Poprzez dołączanie cewki za pośrednictwem gniazdka typu Jack mono można zmieniać w prosty sposób podzakresy generatora. Jako cewki można stosować typowe dławiki na rdzeniach ferrytowych nawijanych drutem o większej średnicy np. DNE 0,3 (większa dobroć) dolutowane do odpowiedniej wtyczki Jack. Przy użyciu popularnego dławika o indukcyjności 10µH można bez problemu uzyskać częstotliwość wyjściową w przedziale 3...7MHz. Dodatkową zaletą takiego rozwiązania jest wyeliminowanie konieczności stosowania wyłącznika zasilania - wystarczy wyjąć cewkę z gniazdka, aby wyłączyć układ.

Chcąc uzyskać generator o modulacji amplitudy (AM) należy do emiterów tranzystorów podłączyć sygnał małej częstotliwości z generatora m.cz. (np. kit AVT-2106).

Układy zmontowano na płytce uniwersalnej AVT-2060. **Rysunek 3** będzie pomocny przy samodzielnym montażu. We własnym zakresie należy rozplanować rozmieszczenie zwór i przecięć ścieżek płytki drukowanej, kierując się schematem ideowym.

**Andrzej Janeczek**

## WYKAZ ELEMENTÓW
### wersja 465kHz

**Rezystory**
R1: 1kW
**Kondensatory**
C1: 10nF (lub o mniejszej wartości - patrz tekst)
**Półprzewodniki**
T1, T2: BC557 itp.
**Różne**
F: filtr 7x7 - 127 (lub o innej indukcyjności według potrzeb)

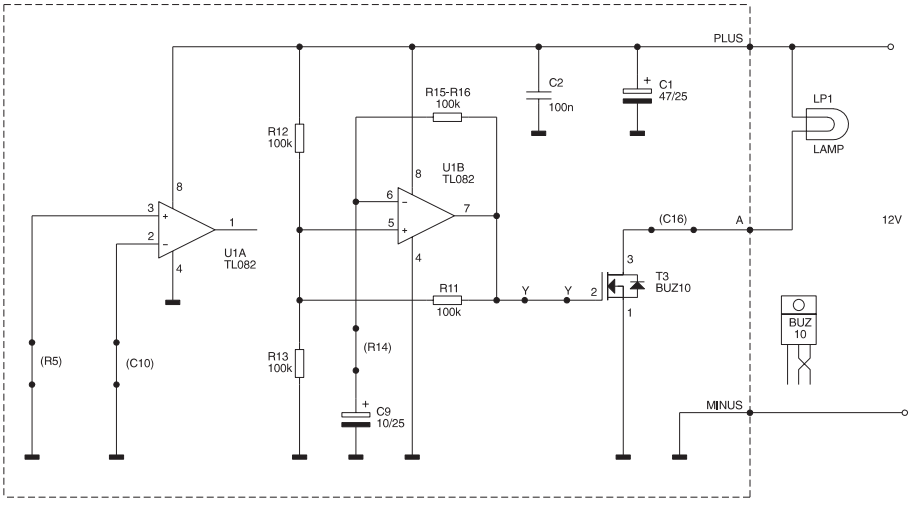
### wersja 3...7MHz

**Rezystory**
R1: 1kW
**Kondensatory**
CT: kondensator zmienny KOD 1
**Półprzewodniki**
T1, T2: BC557 itp.
**Różne**
L: cewka wg opisu
GN: gniazdo "mini jack" z wtyczką

**Komplet podzespołów z płytką w wersji 465kHz jest dostępny w sieci handlowej AVT jako "kit szkolny" AVT-2105.**

# ERRARE HUMANUM EST

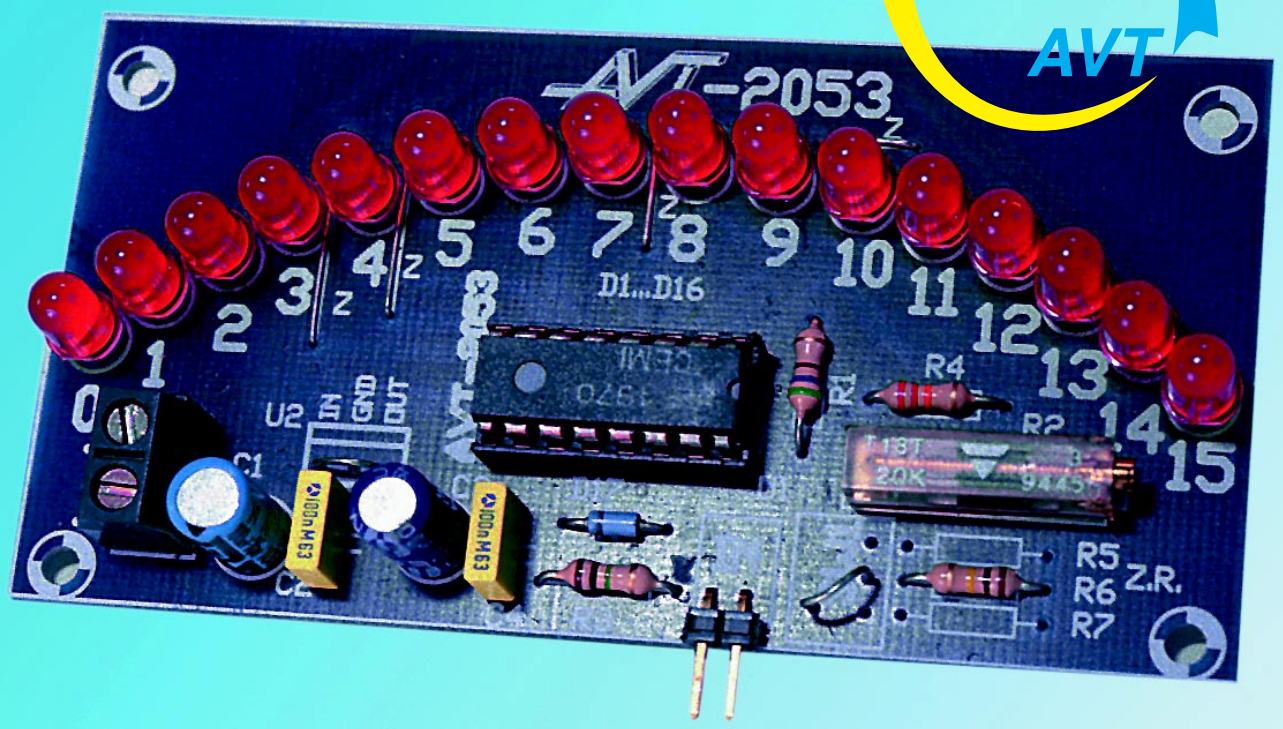
W Elektronice dla Wszystkich 3/96 w artykule "Aplikacje wzmacniaczy operacyjnych" omyłkowo dwa razy wydrukowano ten sam schemat (rysunki 3 i 6). Właściwy schemat (rys. 3) publikujemy obok. Prosimy w swoim egzemplarzu EdW 3/96 na str. 11 przy rysunku 3 napisać: "patrz errata EdW 5/96 str. 46".




*Rys. 3. Schemat ideowy impulsatora, wersja z tranzystorem MOSFET.*

# Woltomierz analogowy

kit 2053 AVT




# z wyświetlaczem LED

## Do czego to służy?

Obecnie, w epoce wszechwładnie panujących na rynku dokładnych i w miarę tanich uniwersalnych mierników cyfrowych, propozycja budowy miernika analogowego może wydawać się cokolwiek nie na czasie.

Woltomierz analogowy - do czego taki muzealny zabytek może być jeszcze potrzebny? Posłużmy się konkretnym przykładem: mamy do zbadania punkt w uruchamianym układzie, w którym występują przebiegi zmienne o częstotliwości np. 2Hz i których amplitudy nie znamy. Mamy do dyspozycji bardzo nowoczesny, wielozakresowy miernik cyfrowy "mierzący wszystko" (ale nie posiadający tzw. "bar graphu", o czym później). Konia z rzędem temu, kto potrafi dokonać prawidłowego pomiaru za pomocą takiego przyrządu! Migające cyferki wskaźnika, który za wszelką cenę chce "dogonić" ustawicznie zmieniające się wartości napięć mogą każdego doprowadzić do oczopląsu! Jeżeli mamy oscyloskop, to możemy sobie jakoś poradzić. Ale jeżeli go nie mamy? Właśnie w takiej sytuacji nieocenione usługi może oddać miernik analogowy, nawet stara, poczciwa UM-ka, której poruszająca się wolno wskazówka pozwoli nam dokonać pomiaru i zorientować się z grubsza w kształcie badanego przebiegu.

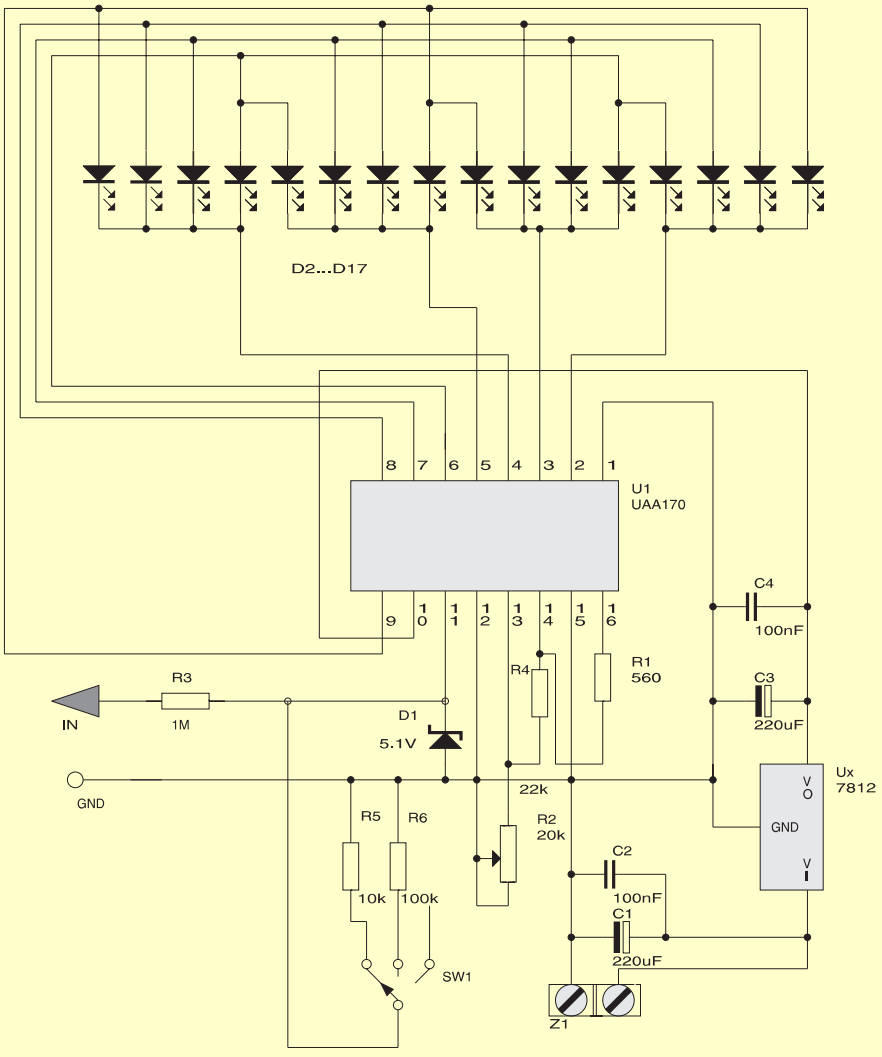
Najlepszym dowodem na to,że pomiar analogowy niejednokrotnie może być użyteczny jest fakt, ze najwyższej klasy uniwersalne mierniki cyfrowe są wyposażone w układ służący do takich pomiarów. Jest to tzw. wskaźnik "bar graph" wyświetlający wynik pomiaru w formie analogowej jednocześnie z wyświetlaniem cyfrowym. Mierniki uniwersalne wyposażone w bar graph są jednak bardzo drogie i najczęściej nie trafiają do warsztatów początkujących elektroników-amatorów.

Nie mamy zamiaru namawiać nikogo do budowy analogowego miernika wskazówkowego. Rozwiązanie takie byłoby prawdopodobnie bardzo kosztowne. Nie zależy nam jednak w tym przypadku na osiągnięciu szczególnie wielkiej precyzji pomiaru lecz na skonstruowaniu wskaźnika dającego ogólne wyobrażenie o poziomie i kształcie przebiegu napięcia w badanym układzie. Do tego celu zupełnie wystarczający będzie prosty wskaźnik zbudowany z szesnastu diod LED sterowany przez popularny przetwornik napięcie/jedna z szesnastu diod - UAA170.

Prototyp urządzenia posiadał tylko jeden zakres pomiarowy - 0...15VDC, wystarczający w większości zastosowań amatorskich. Autor postanowił jednak rozszerzyć możliwości przyrządu dodając minimalnym kosztem jeszcze dwa zakresy: 0...1,5VDC i 0...150VDC.

## Jak to działa?

Schemat elektryczny miernika przedstawiony został na **rys 1**. Układ jest klasyczną, zalecaną przez producentów, aplikacją UAA170, o której właściwie niewiele ciekawego można napisać. W układzie podstawowym o zakresie 0...15V zapalenie drugiej diody oznacza napięcie 2V a diody 15-ej - 15V. Napięcia pośrednie sygnalizowane są zapaleniem sąsiednich diod, np zapalone diody 4 i 5 oznaczają napięcie ok. 4,5V. Taka precyzja wskazań jest w zastosowaniach do jakich zaprojektowany został nasz przyrzad całkowicie wystarczająca. W zależności od położenia przełącznika SW1, rezystory R3 i R5 lub R3 i R6 tworzą dzielnik napięcia 1:10 lub 1:100,




*Rys. 1. Schemat ideowy woltomierza analogowego.*

## WYKAZ ELEMENTÓW

**Kondensatory**

C1, C3: 220µF/16V
C2, C4: 100nF

**Rezystory**

R1: 560W
R2: potencjometr nastawny wieloobrotowy Heltrim 20kW
R3: 1MW
R4: 22kW
R5: 10kW
R6: 100kW
R7: nie występuje w zestawie

**Półprzewodniki**

D1: dioda Zenera 5,1V
U1: UAA170 lub odpowiednik, np. ULY1970
Ux: opcjonalnie 7812

**Różne**

Z1: ARK2
Przełącznik 3-pozycyjny

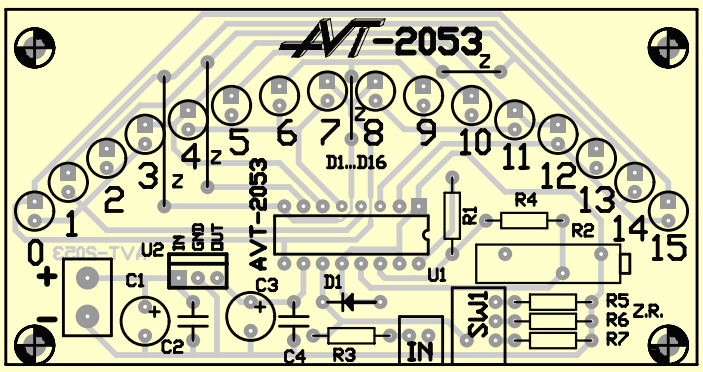
umożliwiając dokonywanie pomiarów na zakresie 0...15 lub 0...150VDC. Zakres 0...1,5VDC jest zakresem podstawowym, nie wymagajacym dołączanie żadnego dzielnika. Dioda Zenera D1 zabezpiecza wejście układu UAA170 przed dostaniem się na nie zbyt wysokiego napiecia.

## Montaż i uruchomienie

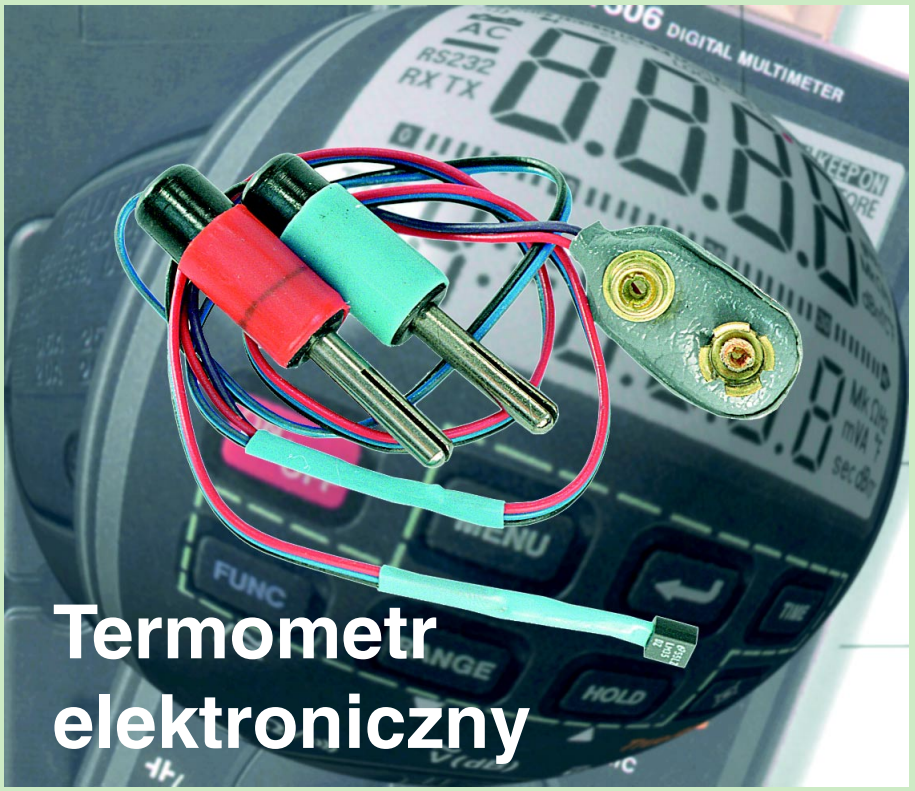
Mozaikę ścieżek płytki drukowanej woltomierza przedstawia **rysunek 2**. Płytka została wykonana z laminatu jednostronnego i niestety nie udało się uniknąć zastosowania kilku zworek. Nie wygląda to pięknie, lecz autor sądzi, że lepiej mieć płytkę trochę mniej estetyczną niż trzykrotnie droższą (przy zastosowaniu druku dwustronnego)! Jak zwykle, montaż rozpoczynamy od wlutowania tych nieszczęsnych zworek. Są one wyraźnie zaznaczone na stronie opisowej za pomocą kreski i litery "Z". Następnie montaż przeprowadzamy zgodnie z ogólnie przyjętymi zasadami, wlutowując najpierw elementy najmniejsze i podstawkę. Szczególną uwagę musimy zwrócić na kierunek montażu diod. Punkty lutownicze anod diod mają kształt kwadratowy i do tych właśnie punktów musimy przylutować dłuższe nóżki LEDów. Zastosowanie scalonego stabilizatora napięcia U2 jest opcjonalne i do tej sprawy powrócimy jeszcze w dalszej części opisu.

Pozostały nam jeszcze dwie sprawy do omówienia: sprawa obudowy i zasilania. Pomimo usilnych starań autorowi nie udało się znaleźć odpowiedniej obudowy do naszego woltomierza. Jak jednak widać, płytka została zaprojektowana w taki sposób, że w ostateczności możemy się bez niej obejść, a w każdym razie uprościć jej konstrukcję do minimum. Na stronie opisowej płytki umieszczone zostały pod każdą z diod duże i wyraźne cyfry od 0 do 15. Jeżeli więc nie znajdziemy jakiegoś pudełeczka na nasz przyrząd, to możemy po prostu wyciąć z kawałka przezroczystego plexi lub barwionego na czerwono (ew. zielono) polistyrenu kawałek szybki o wymiarach identycznych z płytką. W takiej szybce wiercimy cztery otwory i za pośrednictwem tulejek dystansowych skręcamy ją z płytką.

*Cd. na str. 50*




*Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.*

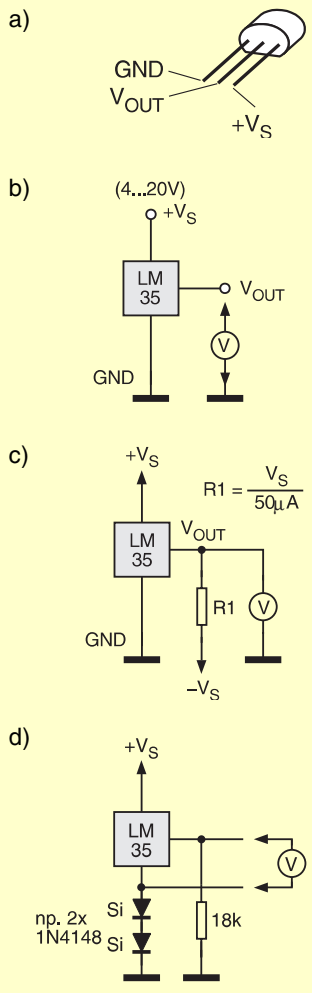


# Termometr elektroniczny

kit 2100 AVT

**Właściwości**

- bardzo prosta budowa
- niska cena
- odczyt temperatury na dowolnym woltomierzu
- szybka reakcja na zmiany temperatury
- układ nie wymaga żadnej kalibracji




*Rys. 1. Rozkład wyprowadzeń i układy pracy.*

## Do czego to służy?

W praktyce elektronicznej (i nie tylko) często zachodzi potrzeba mierzenia temperatury. Klasyczne termometry rtęciowe czy spirytusowe są nieporęczne, łatwo je stłuc, mają też zwykle długi czas reakcji na zmiany temperatury.

Wad tych nie mają układy termometrów elektronicznych. W roli czujników stosuje się w nich zwykłe diody krzemowe lub tranzystory małej mocy. Niekiedy czujnikiem jest specjalny element - są więc czujniki serii KTY i specjalne układy scalone, np. AD590 czy LM335. Niestety wadą większości termometrów elektronicznych jest konieczność kłopotliwej kalibracji - powodem jest znaczny rozrzut parametrów poszczególnych egzemplarzy czujników.

Jak by nie było, w każdej pracowni elektronika-hobbysty powinien znaleźć się termometr elektroniczny.

Do tej pory konieczność kalibracji skutecznie odstraszała wielu chętnych. Ale postęp techniczny przyniósł i w tej dziedzinie pożyteczne rozwiązania - proponujemy oto wykorzystanie układu scalonego nowej generacji: LM35. Przy jego produkcji stosuje się korekcję laserową każdej struktury, dzięki czemu nie jest potrzebna żadna kalibracja przeprowadzana przez użytkownika.

## Jak to działa?

LM35 firmy National Semiconductor jest specjalizowanym układem scalonym, w którym napięcie wyjściowe jest wprost proporcjonalne do temperatury wyrażonej w stopniach Celsjusza. Współczynnik przetwarzania wynosi 10mV/˚C, więc przy temperaturze +25˚C napięcie wyjściowe wynosi 250mV, a przy 100˚C - 1V. Rozkład wyprowadzeń i podstawowe układy pracy pokazane są na **rysunku 1**.

Do zbudowania kompletnego termometru, oprócz czujnika potrzeba tylko baterii - odczyt następuje na dowolnym woltomierzu. Schemat proponowanego termometru pokazany jest na **rysunku 2**, a gotowy model można zobaczyć na fotografii.

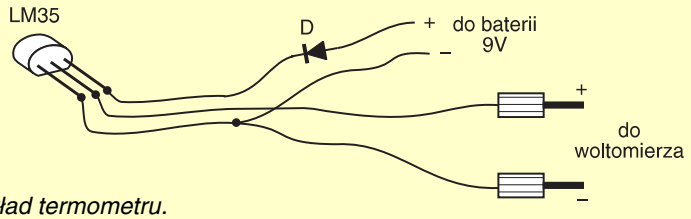
Oczywiście w tak prostym układzie połączeń można mierzyć tylko temperatury dodatnie, w praktyce od +1...+100˚C.

Układ scalony LM35 jest dostępny w kilku wersjach różniących się typem obudowy, zakresem temperatur mierzonych i dokładnością. Dla najprostszych celów wystarczy tani układ LM35DZ o dokładności początkowej ±0,6˚C i zakresie pomiarowym 0...+100˚C.

## Montaż i uruchomienie

Wykonanie termometru nikomu nie nastręczy żadnych trudności. Przy łączeniu przewodów należy tylko uważać na biegunowość. Nieprawidłowe połączenie może doprowadzić do uszkodzenia układu scalonego. Dlatego należy zastosować diodę D zabezpieczającą układ w przypadku pomyłkowego dołączenia napięcia zasilającego o odwrotnej biegunowości.

Czujnik nie wymaga żadnego uruchomiania - po podłączeniu napięcia zasilającego napięcie wyjściowe jest wprost




*Rys. 2. Układ termometru.*

**WYKAZ ELEMENTÓW**

US: LM35DZ
D: 1N4148
złączka baterii
przewód - tasiemka 30cm
koszulka termokurczliwa
wtyk bananowy - 2 szt.

proporcjonalne do temperatury w stopniach Celsjusza.

Odczytu temperatury można dokonać z pomocą jakiegokolwiek woltomierza cyfrowego czy analogowego.

Układ pobiera bardzo niewielki prąd, więc błąd wynikający z samopodgrzewania jest pomijalny, mniejszy od 0,1˚C.

Testy wykazały, że układ modelowy mierzy temperaturę od +0,6 do przynajmniej +100˚C.

Choć w zasadzie wersja LM35DZ nie jest przeznaczona do pomiaru temperatur ujemnych, jednak w praktyce można mierzyć także temperatury ujemne - w tym zakresie producent nie gwarantuje jednak dokładności. Można więc śmiało wykorzystać układ z rysunku 1d i ewentualnie sprawdzić rzeczywiste błędy w zakresie temperatur ujemnych z pomocą wzorcowego termometru.

W praktyce jedną z najważniejszych spraw jest zabezpieczenie czujnika przed wpływem wilgoci. W modelu użyto tylko koszulki termokurczliwej, jeśli jednak czujnik miałby mierzyć temperaturę przewodzących płynów (choćby wody), powinien zostać dodatkowo zabezpieczony gumą silikonową lub ewentualnie dobrym wodoodpornym klejem czy lakierem.

**Podstawowe parametry:**

| | |
|---|---|
| Napięcie zasilania: | 4...20V |
| Pobór prądu: | typ. 56µA |
| Nieliniowość: | typ. ±0,2˚C |
| Współczynnik temperaturowy: | |
| typ. 10mV/˚C | (9,8...10,2mV/˚C) |
| Dopuszczalny prąd wyjściowy: | |
| | 0...1mA |
| Stabilność długoczasowa (1000h): | |
| | typ ±0,08˚C |

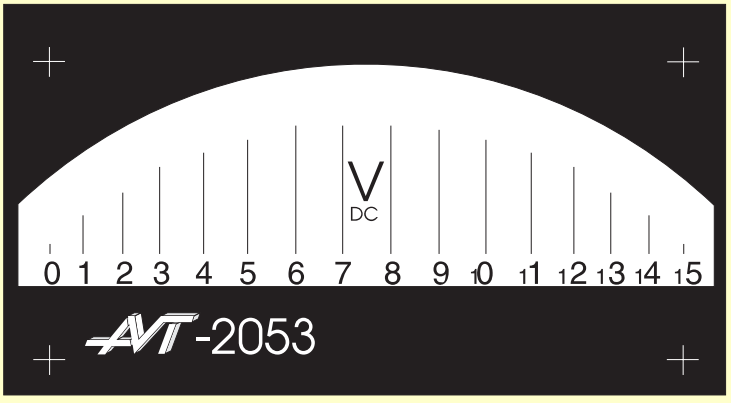
W prostej wersji temometru nie powinny być stosowane długie przewody, ponieważ przy znacznym obciążeniu pojemnościowym (pojemność kabla >50pF) układ może się wzbudzić. Przy długich przewodach należy stosować rezystor 2kW separujący układ od pojemnościowego obciążenia, włączony w obwód nóżki Uout, umieszczony tuż przy układzie scalonym.

**Piotr Górecki**

**Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako "kit szkolny" AVT-2100.**

*Cd. ze str. 48*

Z kawałka dowolnego tworzywa sztucznego wycinamy wymiarowo identyczny element i także korzystając z tulejek mocujemy go od dolnej strony płytki. Obudową tego nazwać nie można, ale otrzymamy w ten sposób całkiem przyzwoicie prezentujący się pakiecik. Dla wygody Czytelników przygotowaliśmy rysunek płyty czołowej do naszego miernika. Rysunek ten należy przenieść metodą kserograficzną na arkusz przezroczystej folii (wiele kserokopiarni świadczy takie usługi) i po przycięciu umieścić pod płytą czołową urządzenia.




*Rys. 3. Widok płyty czołowej.*

Ostatnia, bardzo kłopotliwa sprawa, to zasilanie. Układ UAA170 wymaga minimalnego napięcia zasilania równego 10VDC, co praktycznie uniemożliwia zasilanie go z typowej baterii 9V. Zdarzają się jednak egzemplarze tej kostki pracujące poprawnie już przy tym napięciu i po zmontowaniu układu warto przeprowadzić testy zasilania go z pojedynczej baterii 9V. W większości wypadków pozostanie nam jednak zastosowanie zasilacza 12V, najlepiej tzw. kalkulatorowego. Jeżeli bardzo zależy nam na zasilaniu bateryjnym, to możemy rozważyć możliwość zastosowania dwóch baterii połączonych szeregowo. Mogą to być dwie baterie 9V połączone szeregowo (UAA170 pracuje poprawnie jeszcze przy tym napięciu) lub np. jedna bateria 9V + pojedyncze ogniwo 1,5V. W przypadku zasilania miernika ze szczególnie niestabilnego napięciowo źródła, możemy zastosować stabilizację napięcia wlutowując w oznaczone miejsce scalony stabilizator typu 7812.

Układ miernika nie wymaga uruchamiania a jedynie prostej kalibracji. Po zmontowaniu całości dołączamy do układu zasilanie. Miernik ustawiamy na zakres 0...15V i do wejścia podłączamy źródło dokładnie znanego napięcia, np. 10V. Pokręcajac potencjometrem montażowym R2 staramy się uzyskać zapalenie się odpowiedniej, w tym wypadku 10-ej diody. Po tym pozostaje już tylko jakoś obudować nasz przyrząd.

**Zbigniew Raabe**

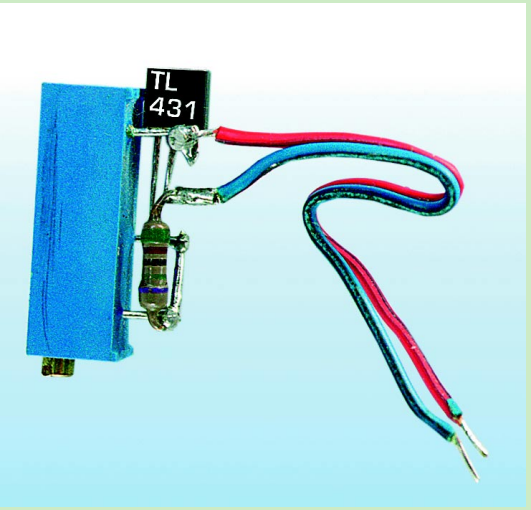
**Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako "kit szkolny" AVT-2053.**

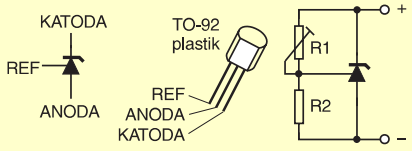
# Programowana dioda Zenera

**Właściwości**

- bardzo prosta konstrukcja
- możliwość płynnego ustawienia "napięcia Zenera"
- znakomita stabilność temperaturowa
- możliwość wykonania "diody mocy" przez dodanie tranzystora

kit 2103 AVT




*Rys. 1. Programowana dioda Zenera wraz z rozmieszczeniem wyprowadzeń.*

## Do czego to służy?

W każdej pracowni elektronicznej potrzebne są diody Zenera. Nie sposób jednak zgromadzić diod o różnych mocach na wszystkie możliwe napięcia. Kosztowałoby to majątek. W literaturze spotyka się propozycje budowy "skrzynek dekadowych" zawierających kilka diod o różnych napięciach, z których przez odpowiednie połączenie (zawsze szeregowe) można uzyskać diodę o potrzebnym napięciu.

Proponujemy coś lepszego: wykonanie programowanej płynnie "diody Zenera" o znakomitych parametrach i napięciu regulowanym w zakresie 2,5...36V.

## Jak to działa?

Podstawą konstrukcji jest układ scalony TL431. Układ pracy i rozmieszczenie wyprowadzeń pokazane są na **rys. 1**.

W czasie normalnej pracy napięcie odniesienia (końcówka REF w stosunku do anody) wynosi Uref = 2,495V ±55mV; przy czym jego stabilność dla temperatur 0...+70˚C jest znakomita: zmiana napięcia odniesienia nie przekroczy ±17mV, a dla większości egzemplarzy wynosi tylko ±3mV!

Prąd wejścia programującego (odniesienia) - końcówka REF - nie jest większy niż 5,2µA (typ. 1,8µA), jego zmiany z temperaturą nie przekraczają 1,2µA (typ. 0,4µA).

Dodanie zewnętrznego dzielnika R1, R2 pozwala regulować "napięcie Zenera" w granicach 2,5...36V, a dzięki małemu prądowi wejścia programującego (REF) można stosować rezystory programujące o stosunkowo dużych wartościach.

Rezystancja dynamiczna, czyli zmiany "napięcia Zenera" przy zmianie prądu obciążenia, jest niewielka - wynosi typowo 0,22W (w zakresie 0...30kHz).

Zakres prądów pracy "diody" wynosi 1...100mA, przy czym nie wolno przekroczyć dopuszczalnej temperatury złącza (Tj=150˚C) i całkowitej mocy strat 700mW.

Fotografia przedstawia programowaną diodę Zenera o napięciu regulowanym za pomocą potencjometru w zakresie 2,5...36V; wygodną i precyzyjną regulację zapewnia wieloobrotowy helitrim o wartości 100k .

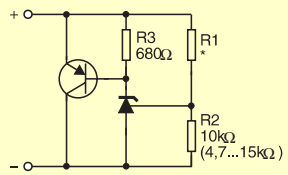
Należy pamiętać, że omawiany element jest w rzeczywistości układem scalonym i dla właściwej pracy musi przezeń płynąć prąd o wartości przynajmniej 1mA.

**Rysunek 2** pokazuje kilka ciekawych przykładów zastosowania kostki TL431.

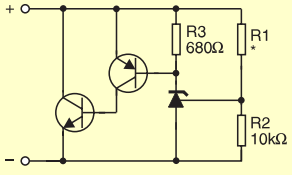
Gdyby układ TL431 miał współpracować z tranzystorem mocy według rysunku 2a lub 2b, należy koniecznie stosować odpowiedni radiator. Rezystor R3 jest konieczny dla zapewnienia prądu pracy układu TL431 rzędu 1mA.

W wersji z tranzystorem (-ami) mocy układ może służyć nie tylko jako dioda o dużej obciążalności - przydatny będzie też do testowania prostowników do akumulatorów - taka "dioda" z powodzeniem "udaje", że jest ładowanym akumulatorem. Rysunek 2c przedstawia precyzyjne źródło prądowe, a rysunek 2d zabezpieczenie nadnapięciowe - układ przyspieszający przepalenie bezpiecznika przy nadmiernym wzroście napięcia. Może być przydatny do ochrony bardzo drogich, delikatnych układów i urządzeń.

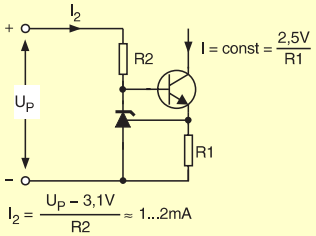
**Piotr Górecki**



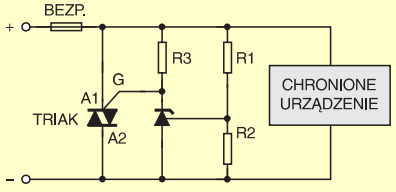

*a) "dioda Zenera mocy"*




*b) "dioda Zenera dużej mocy"*




*c) precyzyjne źródło prądowe*




*d) zabezpieczenie nadnapięciowe - układ przyspieszający przepalenie bezpiecznika przy nadmiernym wzroście napięcia*

*Rys. 2. Przykłady zastosowania.*

## WYKAZ ELEMENTÓW

R1: 100kW helitrim
R2: 7,50kW 1% (6,81...8,25kW 1%)
US1: TL431

**Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako "kit szkolny" AVT-2103.**

# Kondensatory stałe

## część 3

*W poprzednim odcinku próbowałem cię przekonać, że w kondensatorach liczy się nie tylko pojemność, ale też szereg innych parametrów. Doszliśmy do wniosku, iż właściwości kondensatora zależą przede wszystkim od dielektryka. Mówiliśmy, że w dielektryku występują straty mocy, które możemy przedstawić jako szeregową rezystancję zastępczą - ESR. Zasygnalizowałem ci także problem indukcyjności kondensatorów i zależności parametrów od temperatury, wilgotności i innych czynników. Może się trochę przestraszyłeś. Takie mnóstwo parametrów, wzajemnych zależności... Jak się w tym wszystkim nie zgubić?*

Pamiętaj! W elektronice nie ma żadnej magii, są tylko niezmienne prawa fizyki. Jeśli chcesz być dobrym elektronikiem, to niestety powinieneś przyswoić sobie sporą ilość informacji. Nie są to rzeczy trudne, ale bez tej wiedzy będziesz się poruszał w elektronice jakby po omacku.

Ja kiedyś, w głębokiej młodości, byłem skłonny lekceważyć wiedzę nagromadzoną przez "jajogłowych". Wydawało mi się, że praktyka załatwi wszystko. Rzeczywiście, praktyka jest najważniejsza, byleby tylko po drodze nie tracić zbyt wiele czasu na wyważanie otwartych drzwi, czyli żmudne odkrywanie tego, co inni dawno już odkryli i opisali.

Jeśli jednak nie masz ochoty na analizowanie wykresów, tabel i zestawień oraz wyciąganie wniosków, musisz liczyć się z faktem, że znaczna ilość zaprojektowanych i wykonanych przez ciebie układów może w ogóle nie działać lub będzie działać niezgodnie z twoimi oczekiwaniami. Jednym z powodów mogą być kondensatory, elementy wydawałoby się prymitywne, wręcz trywialne.

Moim zadaniem jest podać ci niezbędną wiedzę w sposób jak najbardziej praktyczny i przystępny; wiedz jednak, iż w kilku krótkich listach nie można przekazać wszystkiego. Dlatego w temat "wgryziemy się" stopniowo.

W pierwszej kolejności podam ci kilka najważniejszych wskazówek i informacji - mają one naświetlić całokształt problemu i uczulić cię na najważniejsze sprawy. Na początek dowiesz się jakie kondensatory spotyka się powszechnie na rynku, oraz na jakie dwie podstawowe dziedziny zastosowań kondensatorów powinieneś zwrócić szczególną uwagę. To jest porcja wiedzy absolutnie niezbędna każdemu elektronikowi. Tę część materiału znajdziesz pod tytułem zaczerpniętym ze starej piosenki: "Co każdy chłopiec wiedzieć powinien".

Dalsza część materiału, zatytułowana "Tylko dla ciekawych" i "Główne obszary zastosowań", zawiera następny stopień wtajemniczenia. Znajdziesz ją w następnych numerach EdW. Nie musisz jej czytać jeśli twoje zainteresowanie elektroniką kończy się na montowaniu układów. Ta wiedza będzie ci potrzebna, jeśli zamierzasz samodzielnie konstruować układy elektroniczne. A śmiem podejrzewać, że niezależnie od twojego wieku, będziesz mi przysyłał rozwiązania zadań ze Szkoły Konstruktorów. Nie lekceważ więc "trywialnych" kondensatorów. Serdecznie cię namawiam, żebyś dokładnie przeanalizował i przyswoił sobie cały podany materiał - starałem się wybrać dla ciebie informacje najważniejsze, naprawdę przydatne w praktyce.

Oczywiście, wprawy i rutyny musisz nabrać sam. I już teraz wiedz, że nie obejdzie się przy tym bez "wpadek", rozczarowań i porażek.

Jeśli gotów jesteś się uczyć i będziesz wyciągał wnioski z niepowodzeń, to jestem pewny, że za jakiś czas będziesz z siebie naprawdę zadowolony.

## Co każdy chłopiec wiedzieć powinien

Utrwal sobie podstawową prostą zasadę: każdy typ kondensatorów ma inne właściwości i przeznaczony jest do określonych zastosowań. Nie ma kondensatorów idealnych nadających się do wszystkiego.

Dla współczesnego elektronika-hobbysty podstawowe znaczenie mają trzy główne grupy kondensatorów:
- elektrolityczne
- ceramiczne
- foliowe.

**Kondensatory elektrolityczne** stosowane są w każdym układzie elektronicznym w obwodach zasilania jako kondensatory filtrujące i gromadzące energię.

Stosowane są też jako kondensatory sprzęgające i blokujące w urządzeniach m.cz, pracujących z częstotliwościami do mniej więcej 100kHz.

**Kondensatory ceramiczne** stosuje się powszechnie w obwodach wielkiej częstotliwości, zarówno jako elementy obwodów rezonansowych, jak i do sprzęgania, blokowania, filtrowania.

**Kondensatory foliowe** znajdują zastosowanie przy "średnich częstotliwościach", mniej więcej od kilku herców do co najwyżej kilku megaherców. Stosowane są też powszechnie w obwodach RC generatorów i filtrów. Niektóre typy kondensatorów foliowych przeznaczone są do pracy w obwodach impulsowych.

Bliższe informacje znajdziesz w części materiału "Tylko dla ciekawych".

Jako uzupełnienie, w jednej z ramek podałem ci, jakimi kondensatorami nie warto zaśmiecać sobie głowy i pracowni, a jakie mogą być przydatne.

### Odsprzęganie obwodów zasilania

Najczęstszą przyczyną kłopotów związanych z kondensatorami są ich

## Dinozaury

W starych książkach i katalogach być może znajdziesz wzmianki o kondensatorach próżniowych, gazowanych, z dielektrykiem ciekłym, szklanym, papierowym. Ty, jako hobbysta żyjący u schyłku XX wieku możesz zupełnie nie zawracać sobie nimi głowy.

Być może w archaicznym sprzęcie spotkasz kondensatory mikowe, czy ceramiczne rurkowe. Są to kondensatory o dobrych parametrach; zostały jednak doszczętnie wyparte przez kondensatory ceramiczne płytkowe. Nie warto też ich kolekcjonować, no, chyba że mieszkasz gdzieś z dala od wszelkich źródeł zaopatrzenia i cenny jest dla ciebie każdy element.

Ze starego sprzętu warto natomiast wymontować wszelkie kondensatory zmienne - nawet stare, wielkie agregaty powietrzne. Co prawda kondensatory zmienne zostały zastąpione diodami waraktorowymi, ale na pewno przydadzą ci się do różnych amatorskich konstrukcji z zakresu w.cz.

(niedoskonałe) właściwości w zakresie wysokich częstotliwości.

Chyba każdy spotkał się z samowzbudzeniem układu. (Mi najczęściej wzbudzały się wzmacniacze. Ale jakby na złość, kiedy chciałem zbudować dobry generator - zdarzało się, że układ się nie wzbudzał.)

Przyczyny mogą być różne - jedną z nich jest zastosowanie niewłaściwych kondensatorów w obwodach filtracji i odsprzęgania napięć zasilających.

Niewłaściwe kondensatory (lub ich brak) mogą też być przyczyną dużej wrażliwości na zakłócenia, szczególnie te przedostające się z sieci energetycznej przez zasilacz. Zasygnalizowałem ci to w poprzednim odcinku (EdW 4/96 str.55, 56 na rys. 3...5). W zakresie wysokich częstotliwości (a także dla krótkich zakłóceń impulsowych) niektóre kondensatory mają znaczną rezystancję szeregową ESR. Rezystancja ta znacznie zmniejsza skuteczność filtrowania pojawiających się przebiegów w.cz. Na dodatek występuje też szkodliwa indukcyjność samego kondensatora i jego doprowadzeń.

Nie mów mi tylko, że ciebie to nie dotyczy, bo będziesz robił wyłącznie układy małej częstotliwości. Jakie tranzystory będziesz stosował? Czy wiesz, że popularne tranzystory "m.cz" na przykład BC548, BC108 mogą wzmacniać sygnały o częstotliwościach nawet kilkuset megaherców?! Czy to jest "mała częstotliwość"? Podobnie jest ze wzmacniaczami operacyjnymi - przyzwoity wzmacniacz operacyjny przeznaczony do zastosowań audio, na przykład NE5532, ma pasmo sięgające 10MHz!

Dlatego dosłownie we wszystkich układach musisz zadbać o właściwe odblokowanie obwodów zasilania także w zakresie wysokich częstotliwości.

Powszechnie stosuje się tu równoległe połączenie kondensatora elektrolitycznego i malutkiego kondensatora ceramicznego (tzw. ferroelektrycznego) o pojemności typowo 47...220nF. Pokazuję ci to w ramce poniżej.

"Elektrolit", z uwagi na znaczną pojemność ma dobre właściwości przy małych częstotliwościach, ceramiczny "liczek" przy dużych.

A jaka powinna być pojemność "elektrolita"? Wydawałoby się, że czym większa, tym lepiej. Niekoniecznie!

Jak to? Przecież większy kondensator ma mniejszą reaktancję i rezystancję ESR, a więc powinien lepiej tłumić wszelkie tętnienia napięcia zasilającego.

Jeśli nie stosujesz stabilizatora, to rzeczywiście większa pojemność jest lepsza, bo zmniejsza wielkość tętnień. Ale jeśli masz w układzie stabilizator, choćby popularny 78XX, to nadmierne zwiększanie pojemności filtrującej praktycznie nic nie daje! Przecież stabilizator z założenia ma zmniejszać wahania napięcia zasilającego. Jednym z ważnych parametrów stabilizatora jest jego (dynamiczna) rezystancja wyjściowa. Informuje ona, o ile zmieni się napięcie przy zmianie prądu obciążenia. Rezystancja ta dla częstotliwości poniżej 1kHz nawet w popularnych stabilizatorkach nie jest większa od 30...50 miliomów (0,03... 0,05W). Tymczasem na przykład kondensator elektrolityczny 100µF/16V ma przy częstotliwości 50Hz reaktancję ponad 30W i rezystancję ESR ponad 1,5W! Nawet wielki kondensator 10000µF/16V ma przy częstotliwości 50Hz reaktancję około 0,3W i ESR około 0,1W. Jak widać, zwiększanie pojemności niewiele daje - w zakresie małych częstotliwości decydujące znaczenie dla tłumienia zakłóceń i tak ma stabilizator, a nie kondensator. Kondensator jest jednak konieczny, choćby dla zapobiegania samowzbudzeniu stabilizatora.

W zakresie większych częstotliwości sprawa wygląda nieco inaczej, bowiem rezystancja wyjściowa stabilizatora i rezystancja ESR kondensatora jest większa, ale i tak końcowy wniosek jest ten sam - nie ma potrzeby stosować elektrolitów o bardzo dużych pojemnościach. Standardowo w obwodach zasilania stosuje się kondensatory elektrolityczne o pojemności 22...220µF.

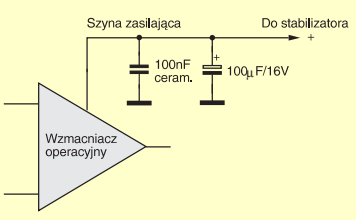
Może już dość długo zajmujesz się elektroniką i zaprotestujesz: przecież nigdy nie stosuję tych małych kondensatorów ceramicznych i moje układy jakoś pracują. Niewykluczone. Gratuluję sukcesu! Być może niektóre rzeczywiście pracują "jakoś". Czy znasz przysłowie: "miała być jakość, wyszło jakoś"? Ale nie będę się z tobą sprzeczał; rzeczywiście sporo układów może pracować dosłownie bez żadnych kondensatorów odsprzęgających zasilanie. W innych wystarczy jeden mały elektrolit.

Powiem więcej: umieszczenie zalecanych kondensatorów w niewłaściwym miejscu na płytce może nic nie dać. Często bowiem trzeba stosować nie tylko jeden, ale kilka kondensatorów odsprzęgających: jeden blisko stabilizatora, inne w różnych punktach zasilanego układu.

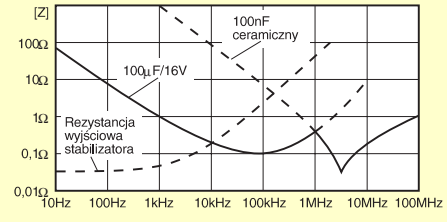
Podane ogólne wiadomości nie wyczerpują zagadnienia walki z samowzbudzeniem i zakłóceniami, ponieważ

## Odsprzęganie zasilania

W każdym układzie elektronicznym musisz zadbać o właściwe odblokowanie obwodów zasilania także w zakresie wysokich częstotliwości. Zauważ, jak znacznie zmniejsza impedancję w zakresie wyższych częstotliwości zastosowanie małego kondensatorka ceramicznego o pojemności tylko 100nF.




*Odsprzęganie zasilania.*




*Przebieg impedancji w funkcji częstotliwości*

## Potrzebne wzory

Reaktancja (opór pozorny) przy prądzie zmiennym

$$X_C = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C} \approx \frac{0{,}16}{R \cdot C}$$ R [MW], C[F] lub R[MW], C[µF]

Ładunek zgromadzony w kondensatorze

$$Q = C \times U$$

Gdy prąd ładowania (rozładowania) jest stały (I=const), wtedy

$$C \times DU = I \times t$$

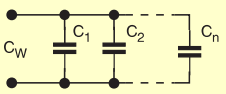
gdzie DU jest przyrostem napięcia, a t czasem ładowania/rozładowania

ESR - zastępcza szeregowa rezystancja strat

$$ESR = \frac{tg\delta}{2\pi \cdot f \cdot C}$$

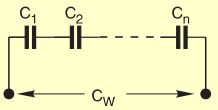
Uwaga: tgd zależy od częstotliwości.

Łączenie równoległe kondensatorów



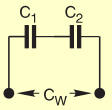

$$C_W = C_1 + C_2 + \ldots + C_n$$

Łączenie szeregowe kondensatorów




$$\frac{1}{C_W} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \ldots + \frac{1}{C_n}$$

Łączenie szeregowe dwóch kondensatorów




$$C_W = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

## Cechowanie kodowe kondensatorów ceramicznych typ 1

| Umowna barwa punktu, kropki lub paska | Symbol temperaturowego współ. pojemności | Pojemność znamionowa | | | Tolerancja pojemności | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | pierwsza cyfra | druga cyfra | mnożnik | $C_n$£10pF | $C_n$>10pF |
| | pierwszy znak | drugi znak | trzeci znak | czwarty znak | piąty znak (±pF lub %) | |
| srebrny | - | - | - | 0,01 | - | 10% |
| złoty | - | - | - | 0,1 | - | 5% |
| czarny | NPO | 0 | 0 | 1 | - | - |
| brązowy | N33 | 1 | 1 | 10 | - | - |
| czerwony | N75 | 2 | 2 | 100 | 2pF | 2% |
| pomarańczowy | N150 | 3 | 3 | 1000 | - | - |
| żółty | N220 | 4 | 4 | - | - | - |
| zielony | N330 | 5 | 5 | - | - | - |
| niebieski | N470 | 6 | 6 | - | 0,25pF | - |
| fioletowy | N750 | 7 | 7 | - | - | - |
| szary | - | 8 | 8 | - | - | - |
| biały | P33 | 9 | 9 | - | 1pF | - |
| ciemnoniebieski | P100 | - | - | - | - | - |
| brak | N47 | - | - | - | 0,5pF | 20% |
| pomar.-pomar. | N1500 | - | - | - | - | - |
| żółto-pomarańcz. | N2200 | - | - | - | - | - |
| zielono-pomar. | N3300 | - | - | - | - | - |
| niebiesko-pomar. | N4700 | - | - | - | - | - |
| czarno-pomar. | N5600 | - | - | - | - | - |

*Uwaga! Początek cechowania kodowego jest oznaczony większą kropką lub paskiem z wyraźnym odstępem między pozostałymi znakami. Oznaczenia współczynnika temperaturowego: np. N330 oznacza -330ppm/K, a P100 +100ppm/K.*

# Cechowanie skrócone kondensatorów ceramicznych typ 1

## Temperaturowy współczynnik pojemności

| Oznaczenie tworzywa lub zakres temperaturowego współczynnika pojemności ($10^{-6}/1^{\circ}C$ = ppm/K) | Kod | Barwa punktu lub paska na jednobarwnym pokryciu kondensatora |
|---|---|---|
| P100 (+100) | A | ciemnoniebieski |
| P33 (+33) | B | różowy |
| NPO (0) | C | czarny |
| N33 (-33) | H | brązowy |
| N47 (-47) | N | brak |
| N75 (-75) | L | czerwony |
| N150 (-150) | P | pomarańczowy |
| N220 (-220) | R | żółty |
| N330 (-330) | S | zielony |
| N470 (-470) | T | niebieski |
| N750 (-750) | U | fioletowy |
| N1500 (-1500) | W | pomar.-pomar. |
| N2200 (-2200) | K | żółto-pomarań. |
| N3300 (-3300) | D | zielono-pomar. |
| N4700 (-4700) | E | niebiesko-pom. |
| N5600 (-5600) | F | czarno-pomarań. |
| +140...-870 | SL | szary |
| +250...-1750 | UM | biały |

## Pojemność znamionowa

| Pojemność | Kod | Pojemność | Kod |
|---|---|---|---|
| 0,15 pF | p15 | 150 nF | 150n |
| 0,332 pF | p332 | 332 nF | 332n |
| 1,5 pF | 1p5 | 1,5 µF | 1µ5 |
| 3,32 pF | 3p32 | 3,32 µF | 3µ32 |
| 15 pF | 15p | 15 µF | 15µ |
| 33,2 pF | 33p2 | 33,2 µF | 33µ2 |
| 150 pF | 150p | 150 µF | 150µ |
| 332 pF | 332p | 332 µF | 332µ |
| 1,5 nF | 1n5 | 1,5 mF | 1m5 |
| 3,32 nF | 3n32 | 3,32 mF | 3m32 |
| 15 nF | 15n | 15 mF | 15m |
| 33,2 nF | 33n2 | 33,2 mF | 33m2 |

## Tolerancja pojemności

| Tolerancja (%) | Kod | Tolerancja (%) | Kod |
|---|---|---|---|
| ±0,005 | E | ±2,5 | H |
| ±0,01 | L | ±5 | J |
| ±0,02 | P | ±10 | K |
| ±0,05 | W | ±20 | M |
| ±0,1 | B | ±30 | N |
| ±0,25 | C | -10...+30 | Q |
| ±0,5 | D | -10...+50 | T |
| ±1 | F | -20...+50 | S |
| ±2 | G | -20...+80 | Z |

# Cechowanie kondensatorów zagranicznych

## Przykłady

470 = 47pF

561 = 560 = 560pF

822 = 8200 = 8,2nF
(2)

393 = 39000 = 39nF
(3)

224 = 220000 = 220nF
(4)

125 = 1200000 = 1,2µF
(5)

## Napięcie znamionowe

| Napięcie | Kod |
|---|---|
| 25V | m |
| 40(50)V | l |
| 63V | a |
| 100V | b |
| 160V | c |
| 250V | d |
| 400V | e |
| 630V | f |
| 1000V | h |
| 1600V | i |
| 500V | nie oznacza się |

dużą rolę ma tu prowadzenie obwodów zasilających, szczególnie masy. Ten ważny temat nie mieści się jednak w ramach dzisiejszego artykułu.

Podanym materiałem chcę cię jedynie zachęcić do stosowania kondensatorów odsprzęgających *w każdym budowanym układzie*. Przyjmij to jako zasadę: zdecydowanie lepiej zastosować za dużo kondensatorów odsprzęgających zasilanie, niż za mało. Nie żałuj więc kilkudziesięciu groszy na te kondensatory. W sumie zaoszczędzisz sobie sporo nerwów i frustracji.

**Układy precyzyjne**

Drugą dziedziną zastosowań kondensatorów, na którą chcę ci zwrócić uwagę są wszelkie układy wymagające precyzji i stałości parametrów.

Będziesz budował, a może już budowałeś, różnego rodzaju filtry i generatory dostrojone do określonej częstotliwości. Częstotliwość powinna być stała, niezależnie od zmian temperatury i innych czynników.

Z filtrami i generatorami LC dla wysokich częstotliwości sprawa jest względnie prosta, bo stosuje się tam strojone cewki oraz stabilne kondensatory ceramiczne o pojemnościach 1...1000pF (tzw. typ 1), a te produkowane są w wielu wykonaniach o ściśle określonych współczynnikach temperaturowych. Przez dobór kondensatora o odpowiednim współczynniku temperaturowym można skompensować zmiany temperaturowe cewki i uzyskać dobrą stabilność.

Trochę gorzej wygląda sprawa z filtrami i generatorami małej częstotliwości, które obecnie są budowane przede wszystkim jako układy aktywne, zawierające wzmacniacze operacyjne i elementy RC. Tu pojemności muszą być większe niż 1nF, a więc nie można stosować dobrych kondensatorów ceramicznych (tzw. typ 1).

O ile kondensatory ceramiczne o pojemnościach poniżej 1nF wykonywane są z ceramiki o naprawdę znakomitych parametrach, to kondensatory ceramiczne o większych pojemnościach mają inny, zdecydowanie gorszy dielektryk. Zwykle są to kondensatory ceramiczne ferroelektryczne, nazywane tak ze względu na skład materiału dielektryka - jest to tak zwany typ 2. Podobne parametry mają kondensatory tzw. typu 3, o jeszcze mniejszych gabarytach, nazywane czasem kondensatorami półprzewodnikowymi lub złączowymi (są to jednak najprawdziwsze kondensatory i nie mają praktycznie nic wspólnego z diodami i tranzystorami)

Przed chwilą zachęcałem cię, żebyś stosował takie kondensatory do odsprzęgania zasilania.

Do tamtego celu były znakomite. Jednak zupełnie nie nadają się one do precyzyjnych układów czasowych. Pojemność tych kondensatorów może zmieniać się pod wpływem temperatury nawet o kilkadziesiąt procent! Co gorsza, o zgrozo (uważaj, to jest kuriozum!) - pojemność niektórych typów zależy też od przyłożonego napięcia!

Co prawda trafiają się stabilne kondensatory ceramiczne w zakresie pojemności kilkudziesięciu nanofaradów, ale ty kupując na giełdzie nigdy nie będziesz miał pewności co otrzymałeś.

Przyjmij więc bezpieczną zasadę: nie stosuj malutkich kondensatorów ceramicznych o pojemności większej niż 1nF w układach czasowych RC i LC.

*Nie stosuj małych kondensatorów ceramicznych o pojemności większej niż 1nF w precyzyjnych obwodach czasowych RC i LC.*

*Jeśli musisz stosować w precyzyjnych obwodach kondensatory elektrolityczne - stosuj w miarę możliwości "tantale", a jeśli mają to być zwykłe kondensatory aluminiowe, to muszą one stale pozostawać pod napięciem.*

Z kolei kondensatory foliowe mają zdecydowanie lepszą stabilność niż ceramiczne ferroelektryczne.

Najlepsze są tu kondensatory polistyrenowe - krajowe KSF i zagraniczne KS - znane bardziej jako styrofleksowe (my, praktycy mówimy krótko: "styrofleksy"). Mają one niewielki współczynnik temperaturowy pojemności wynoszący mniej więcej -0,013%/˚C i równie niewielką zależność pojemności od wilgotności względnej powietrza.

Natomiast najpopularniejsze obecnie na rynku kondensatory poliestrowe, czyli krajowe MKSE i zagraniczne MKT mają nieco gorszą stabilność i ogólnie rzecz biorąc należy się liczyć ze zmianami pojemności do ±3%. Czy to dużo czy mało? To zależy od wymagań stawianych układowi. Większość amatorskich konstrukcji nie wymaga jednak większej stabilności. Tak więc w obwodach RC powszechnie będziemy stosować kondensatory MKSE (MKT).

Niejednokrotnie będą ci też potrzebne generatory lub uniwibratory o bardzo długich czasach impulsu, rzędu sekund, minut, a nawet godzin. Pewnie zechcesz zastosować w nich "elektrolity".

Jak będzie ze stabilnością parametrów takich układów?

Pamiętasz zapewne, że pojemność popularnych "mokrych elektrolitów" może się znacznie zmieniać w związku z uszkodzeniami i ponownym formowaniem cieniuteńkiej warstwy dielektryka - tlenku glinu. Zmiany pojemności mogą tu wynieść nawet kilkadziesiąt procent.

Jeszcze gorszym problemem może być prąd upływu. W układach o dużych stałych czasowych RC stosuje się zwykle rezystory o wartościach rzędu megaomów, więc może się okazać, że prąd pracy płynący przez taki rezystor jest mniejszy niż prąd upływu rozformowanego kondensatora! Urządzenie wcale nie będzie pracować! Aby temu zapobiec kondensatory elektrolityczne aluminiowe w miarę możliwości powinny pozostawać pod napięciem. Będą wtedy zawsze zaformowane i ich prąd upływu będzie nieznaczny.

Generalnie jednak w układach czasowych wymagających dużej niezawodności i stabilności należy za wszelką cenę unikać jakichkolwiek "elektrolitów". Zamiast tego należy stosować generatory z kondensatorami stałymi i dla uzyskania dużych czasów wykorzystać cyfrowe dzielniki (liczniki). Godna polecenia jest tu popularna kostka CMOS 4541, która w ten sposób pozwala zbudować zarówno generatory, jak i układy monostabilne o dowolnie długich czasach. Kostka taka będzie jednym z układów scalonych na przygotowywanej właśnie płytce wielofunkcyjnej PW-03.

W poprzednim odcinku obiecałem ci, że wreszcie coś zepsujemy. I zepsujemy! Ale najpierw, jeśli możesz, spróbuj zbadać właściwości posiadanych kondensatorów stałych.

Jeśli masz dostęp do miernika pojemności, sprawdź, jak zmienia się pojemność różnego typu kondensatorów pod wpływem temperatury. Sprawdź pojemność "w stanie zimnym" i po podgrzaniu. Przekonaj się, czy silne podgrzanie wyprowadzeń kondensatora podczas lutowania może trwale zmienić jego pojemność.

Przetestuj w ten sposób kondensatory różnych typów, o różnych pojemnościach. Jedna taka praktyczna lekcja będzie więcej znaczyć, niż kilka stron opisu właściwości tych elementów.. A jak już je pomierzysz, weź nóż, szczypce boczne, i zobacz, jak są zbudowane.

**Piotr Górecki**

*Nikt z uczestników pokazu, który odbył się 23 grudnia 1947 w Bell Laboratories, nie zdawał sobie sprawy z jego doniosłości. Trzej panowie: Wiliam Shockley, Walter Brattain i John Bardeen, demonstrowali swym zwierzchnikom pierwszy na świecie tranzystor ostrzowy, efekt wielu miesięcy wytężonej pracy. Wynalazek ten zapoczątkował nową erę w elektronice i zmienił świat, w którym żyjemy.*

# Historia elektroniki część 5

## Półprzewodniki

Już w wieku dziewiętnastym zaobserwowano niezwykłe właściwości elektryczne niektórych materiałów, nazwanych później półprzewodnikami. Wykazują one ujemny współczynnik temperaturowy oporności właściwej (1833, Faraday), zdolność do prostowania prądu (prostownik miedziowy 1874, Schuster i selenowy 1883, Frits) i efekt fotoelektryczny (1876, Adams i Day). Własności te długo nie były jednak wykorzystywane, a ich mechanizm przez wiele lat pozostawał niezrozumiały.

*Radio kryształkowe.*

Pierwszymi produkowanymi na skalę przemysłową przyrządami półprzewodnikowymi były prostowniki z miedzi i tlenku miedzi (zwane kuprytowymi) i prostowniki selenowe. Znalazły one zastosowanie w urządzeniach zasilających.

Efekt fotoelektryczny w półprzewodnikach został także wykorzystany w fotometrach fotograficznych.

Rozwój radiofonii zrodził zapotrzebowanie na diody detekcyjne. Lampowa dioda Fleminga, a krótko potem trioda czyli audion de Foresta były początkowo bardzo kosztowne, dlatego szeroko rozpowszechniły się proste, a przede wszystkim tanie, detektory kryształkowe, wykonywane z kryształu galeny (siarczku ołowiu) dotykanego cienkim drucikiem. "Kryształki" były jednak bardzo zawodne, pozycję drucika na kryształku trzeba było często zmieniać. Pomimo tego używano ich powszechnie do lat dwudziestych, a w Polsce ogołoconej z radioodbiorników przez okupanta (za posiadanie radia groziła kara śmierci), jeszcze w pierwszych latach powojennych.

"Kryształek" był pierwszą, bardzo prymitywną, ale nadającą się do prakty-

cznego użytku diodą półprzewodnikową. "Ostrzowy" styk drucika z kryształem tworzył elementarne złącze p-n.

## Podstawy teoretyczne

W ciągu lat 20-tych i 30-tych prowadzono szereg prac nad półprzewodnikami, ale działo się to na marginesie wysiłków skupionych na technologii lampowej. Nawet małe usprawnienia w tym zakresie przynosiły bowiem szybkie efekty ekonomiczne.

Jednak badania naukowe w dziedzinie fizyki ciała stałego były kontynuowane. Do ich przyspieszenia przyczyniły się znacznie prace Erwina Schrödingera i jego opublikowane w 1926 równanie, które zapoczątkowało gwałtowny rozwój mechaniki kwantowej. W rok później Werner Heisenberg sformułował swoją zasadę nieoznaczoności. Wkrótce przy pomocy mechaniki kwantowej wyjaśniono wszystkie znane wówczas zjawiska z teorii ciała stałego i metali. Droga do praktycznego zastosowania tej wiedzy stanęła otworem.

## Dioda

W latach 30-tych radio zajmowało już silną pozycję w technice, a jego zastosowanie szybko się poszerzało. Używano coraz wyższych częstotliwości, na których spore pojemności międzyelektrodowe lamp elektronowych zaczynały ograniczać ich stosowanie.

Badania nad półprzewodnikami zostały przyspieszone po wybuchu wojny w związku z szybkim rozwojem radaru. Urządzenia te działały na stosunkowo wysokich częstotliwościach, więc pojawiło się zapotrzebowanie na niezawodne podzespoły do wielkich częstotliwości. Znacznie mniejsze wymiary diod półprzewodnikowych predestynowały je do stosowania na wyższych częstotliwościach, jednak poziomem technologicznym nie dorównywały diodom lampowym.

Russel Ohl, chemik w Bell Laboratories, już przed wojną znacznie udoskonalił metodę wytwarzania kryształów krzemu, podstawowego materiału półprzewodnikowego. Posiadł też umiejętność wprowadzania do krzemu śladowych ilości domieszek, potrzebnych do otrzymywania krzemu typu p i typu n. Szybko też udało mu się opracować sposób wprowadzania obu rodzajów przewodności do tego samego krzemowego podłoża. W 1941 Ohl otrzymał złącze p-n i stwierdził, że działa ono doskonale jako prostownik. Technologia diod półprzewodnikowych robiła szybkie postępy, a parametry diod stawały się coraz lepsze.

## Tranzystorowa trójka

Pod koniec wojny w Bell Laboratories doceniono wielkie możliwości otwierające się przed technologią półprzewodników. Na wiosną 1945 odbyła się duża konferencja na temat przyszłości badań w tej dziedzinie. W jej następstwie zdecydowano podjąć badania "prowadzące do zdobycia wiedzy, której można by użyć do opracowania zupełnie nowych i doskonalszych podzespołów".

W wyniku tych decyzji została utworzona grupa badawcza fizyki ciała stałego pod kierownictwem Wiliama Shockleya i Stanleya Morgana. Shockley kierował także podgrupą półprzewodników, w której uczestniczyli również Walter Brattain i John Bardeen. Trójka ta wynalazła tranzystor.

Wiliam Shockley był Amerykaninem urodzonym w 1910 Londynie. Jego rodzice po trzech latach powrócili z nim do USA i osiedlili się w pobliżu San Francisco. Tu ukończył on studia w California Institute of Technology, a następnie w 1936 otrzymał tytuł doktora w Massachussetts Institute of Technology. Rozpoczął potem pracę w Bell Laboratories, gdzie początkowo zajmował się dyfrakcją elektronów. W 1955 opuścił tę firmę i w swoim rodzinnym Palo Alto założył własne przedsiębiorstwo, Shockley Semiconductors, które przyciągnęło wielu innych specjalistów półprzewodnikowych. Niewiele później powstało w pobliżu wiele innych podobnych przedsiębiorstw. Jedno z nich, Fairchild Camera and Instrument Company, zostało utworzone w 1957 przez kilku dawnych współpracowników Shockleya. Zapoczątkowało to całą lawinę i wkrótce na tym małym obszarze powstało największe zagęszczenie specjalistów półprzewodnikowych w USA. Tak powstała słynna Krzemowa Dolina (Silicon Valley).

Walter Brattain, tak jak i Shockley, nie urodził się w USA. Kilka lat dzieciństwa spędził w Chinach i powrócił następnie z rodzicami do domu w stanie Waszyngton. Dyplom otrzymał w Whitman College w stanie Waszyngton, a doktorat na Uniwersytecie Minnesota. Po studiach chciał rozpocząć pracę w Bell Laboratories, ale nie został przyjęty. Zatrudnił się więc w National Bureau of Standards (odpowiednik Głównego Urzędu Miar). Wkrótce ponownie zwrócił się do Bell Laboratories i tym razem został przyjęty. Początkowo zajmował się prostownikami miedziowymi i selenowymi, co zapewniło mu solidne podstawy wiedzy o półprzewodnikach. Brattain pracował w Bell aż do emerytury w 1967. Potem, do swojej śmierci w 1987, pozostawał na stanowisku Visiting Professor w Whitman College.

Z tej trójki tylko John Bardeen urodził się w USA, w stanie Wisconsin, w 1908 r. Po studiach na Uniwersytecie Wisconsin stopień doktora uzyskał w Princeton. Początkowo związany był z Uniwersytetami Harvard i Minnesota, a w 1945 został zatrudniony w Bell Laboratories.

Bardeen wraz Shockleyem i Brattainem za prace nad tranzystorem otrzymał w 1956 nagrodę Nobla. Był on równocześnie zaangażowany w prace nad nadprzewodnictwem. Uważał, że w tej właśnie dziedzinie osiągnął swój życiowy sukces, i za te prace otrzymał drugą nagrodę Nobla w 1972. Oprócz tego został uhonorowany jeszcze innymi nagrodami, w tym złotym medalem Radzieckiej Akademii Nauk. Umarł w wieku 82 lat w 1991.

**kp**

*Laureaci Nagrody Nobla 1956, Walter Houser Brattain (pierwszy z lewej), John Bardeen (czwarty z prawej) i William Shockley (drugi z prawej).*

## Początek

Grupa półprzewodnikowa rozpoczęła pracę nad jednym z pomysłów Shockleya. Uważał on, że powinno być możliwe skonstruowanie rodzaju półprzewodnikowej triody. Wyobrażał ją sobie w postaci warstw krzemu typu n i typu p. Główny prąd płynąłby w jednej z tych warstw, a jej przewodność byłaby sterowana przez pole zewnętrzne. Zmieniałoby ono ilość tworzących ten prąd nośników ładunku (dziur lub elektronów). Była to w gruncie rzeczy zasada działania powszechnie obecnie używanego tranzystora polowego (Field Effect Transistor, FET).

Swój pomysł Shockley wypróbowywał przy pomocy struktury z cienkiej warstwy krzemu, wykonywanej metodą osadzania. Był to nowy proces, dopiero co opracowany przez innego pracownika Bella, o nazwisku Teal. Shockley sądził, że zmiana pola sterującego wywoła znaczną zmianę przewodności. Ku jego wielkiemu rozczarowaniu efektu takiego nie udało się zaobserwować. Obliczenia były wielokrotnie sprawdzane przez innych członków grupy, ale przyczyny niepowodzenia długo nie można było wykryć. Problem ten udało się rozwiązać dopiero w marcu 1946. To Bardeen wpadł na to, że powierzchnia półprzewodnika wiąże elektrony, które ekranują główny kanał przed polem elektrycznym. Shockley stwierdził później, że to odkrycie było jednym z najważniejszych osiągnięć całego programu półprzewodnikowego.

## Zmiana kierunku

Grupa uznała się za pokonaną przez związane elektrony i jakiś czas zajmowała się innymi zastosowaniami złączy p-n. Ale idea wzmacniacza półprzewodnikowego nie została porzucona.

Z początkiem grudnia 1947 Bardeen i Brattain rozpoczęli doświadczenia z dwoma blisko umieszczonymi złączami ostrzowymi. Zaobserwowali, że jeżeli jedno z nich jest spolaryzowane zaporowo a drugie w kierunku przewodzenia, to daje się zauważyć niewielkie wzmocnienie. Wkrótce doszli do wniosku, że dwa złącza diodowe należy umieścić bardzo blisko siebie. Udało się to wykonać wyjątkowo łatwo. Mały klin perspeksu został pozłocony, poczym z samego jego ostrza za pomocą żyletki usunięto warstwę złota. Następnie klin został dociśnięty małą sprężynką do warstwy germanu. Dwa klinowe styki utworzyły emiter i kolektor, a warstwa germanu bazę. Przyrząd ten został wypróbowany 16 grudnia 1947 i ku zaskoczeniu eksperymentatorów od razu zaczął działać. Tak powstał pierwszy tranzystor ostrzowy.

Już w tydzień później Shockley, Bardeen i Brattain przedstawiali swój nowy pomysł naczelnemu kierownictwu Bell. Pokaz ten przyjęło się uważać za ogłoszenie ery tranzystora. Potrzeba było jednak jeszcze wielu wysiłków aby tranzystory mogły stać się powszechną rzeczywistością.

## Tranzystory ostrzowe czy złączowe

Pierwsze tranzystory ostrzowe były bardzo zawodne i nie nadawały się do produkcji. Shockley, opierając się na teoretycznych obliczeniach, zaproponował więc zastąpienie styku ostrzowego złączem p-n. Zaskakujące było to, że wpadł na ten pomysł już w kilka zaledwie tygodni od wynalezienia tranzystora ostrzowego. Realizacja tranzystora złączowego okazała się jednak trudna. Pierwszy egzemplarz udało się Shockleyowi wykonać dopiero w kwietniu 1949. Dokonał tego upuszczając kroplę stopionego germanu typu p na rozgrzany german typu n. Powstała grudka musiała zostać następnie do połowy rozcięta, aby otrzymać dwa złącza p-n. Na przykładzie tego prymitywnego przyrządu potrafił jednak dowieść, że wykazuje on wzmocnienie prądowe i mocy.

Technologia materiałów

Postęp w wytwarzaniu tranzystorów był uzależniony w wielkim stopniu od technologii materiałowej. Surowcem do produkcji półprzewodników są monokryształy o bardzo wysokiej czystości. Metody ich wytwarzania i oczyszczania wymagały doskonalenia.

W 1950 do produkcji kryształów germanu Teal zastosował metodę Czochralskiego. Profesor Jan Czochralski (1885 - 1953) do 1928 pracował w Niemczech, gdzie był prezesem Deutsche Gesellschaft für Metallkunde, a później został profesorem i dr h.c. Politechniki Warszawskiej, gdzie doskonalił swoją metodę produkcji monokryształów.

Później Pfann do oczyszczania materiałów półprzewodnikowych zaproponował metodę rafinacji strefowej. W procesie tym wzdłuż kryształu przesuwa się cewka pieca indukcyjnego wielkiej częstotliwości. W miarę jej ruchu obejmowany przez nią kryształ topi się, a zanieczyszczenia opadają, aż zostaną w końcu doprowadzone na kraniec oczyszczanej partii.

W początkowym okresie prac Shockley mógł produkować kryształy, do których potrafił wprowadzać kontrolowane ilości właściwych domieszek, potrzebnych do wykonywania złącz p-n. Później mógł już wykonywać w germanie kompletne struktury p-n-p. Tak wykonywane tranzystory działały, ale ich parametry nie osiągały spodziewanego przez Shockleya poziomu. Jakość materiałów była za niska.

W miarę udoskonalania technologii materiałów, coraz więcej przedsiębiorstw uruchamiało produkcję tranzystorów. Początkowo Bell wytwarzał zarówno tranzystory ostrzowe jak i wyciągane złączowe. Wkrótce potem General Electric wprowadził nowy rodzaj tranzystora, nazwany stopowym złączowym.

Do tego czasu wszystkie tranzystory wykonywano z germanu. Na konferencji Institute of Radio Engineers w maju 1954 wielu mówców twierdziło, że tranzystory krzemowe to jeszcze sprawa lat. Tymczasem ku zaskoczeniu wszystkich Teal, który przeniósł się do mało znanej firmy Texas Instruments, rozpoczął produkcję tranzystorów krzemowych. Dzięki temu Texas Instruments wysforował się na czoło producentów tranzystorów, stając się jednym z głównych wytwórców półprzewodników. Inni producenci potrzebowali lat na wprowadzenie na rynek własnych tranzystorów krzemowych.

Gdy Texas przewodził w opracowywaniu tranzystorów krzemowych, Bell i General Electric podążały w innych kierunkach badań. Tak usprawniono sterowanie procesem dyfuzji domieszek w półprzewodniku, że można było produkować dowolne struktury. Dodatkowym ważnym udoskonaleniem była możliwość tworzenia na tych strukturach warstw tlenkowych. Specjalne techniki fotograficzne umożliwiły dokładne kształtowanie domieszkowanych obszarów.

Udoskonalone metody dyfuzji i fotografii umożliwiały produkcję wielu tranzystorów z jednej płytki krzemu, którą można potem pociąć na indywidualne tranzystory. Mogły więc być one produkowane w ilościach umożliwiających obniżanie ceny do poziomu pozwalającego im konkurować z lampami elektronowymi.

Pomimo tego tranzystory były stosunkowo drogie. Z początkiem lat 60-tych zwykły tranzystor kosztował 1,5 funta, ale można było taniej kupić tranzystory o gorszych parametrach, oznaczane czerwoną lub białą kropką. Były to w gruncie rzeczy odrzuty produkcyjne, ale nadawały się do niektórych zastosowań dla mniej wybrednych odbiorców. Kolorem

znakowano pasmo częstotliwości, czerwona kropka oznaczała zastosowania audio, a biała wielką częstotliwość, ale najwyżej 1 do 2MHz. Kosztowały 0,25 funta.

W ciągu lat 60-tych w miarę jak rosło zastosowanie tranzystorów ich ceny ogromnie spadły. Krzem zastąpił german, a parametry tranzystorów powszechnego użytku bardzo się poprawiły.

Nowy rodzaj tranzystora

Powodzenie tranzystorów bipolarnych zmniejszyło zainteresowanie pierwszym pomysłem Shockleya półprzewodnikowej wersji triody lampowej. Historia tranzystora polowego zaczęła się jednak dużo wcześniej. Pierwsze patenty pojawiły się w latach 20-tych, Juliusa Lilienfelda w 1926 w USA i Oskara Heila w 1936 Wielkiej Brytanii.

Do dalszego usprawnienia tranzystora polowego (FETa) Shockleya przyczynił się Amerykanin Ross. Wpadł on na pomysł odseparowania elektrody sterującej, czyli bramki, od kanału cienką warstwą izolacyjną. Pomysł był dobry, ale na otrzymanie zadowalających wyników potrzebował czterech lat. Trudność polegała na znalezieniu odpowiedniego izolatora, który musiał być niezmiernie cienki, ale wytrzymywać równocześnie napięcia stosowane w układzie.

Obecnie do tego celu stosuje się dwutlenek krzemu. Wynaleziono to u Bella w 1959, co umożliwiło wyprodukowanie pierwszych MOSFETów (Metal Oxide FET) w 1960. Nie były one wysokiej jakości. Warstwy tlenkowe zawierały obniżające jakość zanieczyszczenia. Dopiero w 1963 udało się wyprodukować dostatecznej jakości warstwy tlenkowe. Stało się to nie tylko przełomem w produkcji FETów, ale odegrało decydującą rolę w udoskonaleniu technologii powstających układów scalonych.

Pierwszy FET pojawił się na rynku w 1958 i to nie w USA, tylko we Francji. Był wykonywany techniką stopową z germanu. Produkcję FETów podjęły w Europie także inne firmy, jak Philips czy Ferranti. Nadal jednak najbardziej liczył się Texas Instruments i jego doskonała technologia.

FETy mają wiele zalet. Ich impedancja wejściowa jest bardzo duża, a szumy niewielkie. Liczyło się także ich podobieństwo do lamp elektronowych, które były wówczas jeszcze bardzo rozpowszechnione. Impulsem do rozszerzenia ich stosowaniu stał się zaproponowany w 1963 przez dwóch Amerykanów, Wanlass'a i Sah'a, układ komplementarny. Ten rodzaj układów przyjął się szybko, gdy zorientowano się w jego zaletach związanych z małym poborem prądu.

Pod koniec lat 60-tych zastosowanie FETów ogromnie wzrosło, a ich parametry zostały znacznie poprawione. Pod wieloma względami FETy zyskały przewagę nad bardzo rozpowszechnionymi tranzystorami bipolarnymi.

Podsumowanie

Powstanie tranzystorów nadało elektronice ogromnego przyspieszenia. Wprowadziły one elektronikę w dziedziny, do których w formie lampowej nie miała dotychczas dostępu. W przeciętnym domu obok dominujących dotąd radia i telewizji pojawiło się wiele nowych urządzeń elektronicznych. Elektronika rozwijała się coraz szybciej, przygotowując grunt dla nowych, rewolucyjnych zmian.

kp

Jak już zapowiadaliśmy przed miesiącem, w rubryce "Poczta" będziemy zamieszczać fragmenty Waszych listów. Większa część "Poczty" zawiera odpowiedzi na Wasze pytania i propozycje. Chcemy tym sposobem zapewnić jak najbardziej żywy kontakt między redakcją a Czytelnikami. Prosimy o listy z oczekiwaniami w stosunku do nas, z propozycjami tematów do opracowania, ze swoimi problemami i pytaniami. Postaramy się w miarę możliwości spełnić Wasze oczekiwania.

Specjalną częścią "Poczty" jest kącik tropicieli chochlika drukarskiego. To stworzenie, jak wiadomo, gnieździ się w redakcjach, w drukarniach i ciemną nocą robi różne dowcipy. Nikt w redakcji nie wie, kiedy chochliki nauczyły się obsługiwać komputery, ale nasz na pewno umie. Przyznajmy uczciwie, że nie wszystki błędy możemy "zwalić" na chochlika. Tak naprawdę, to zawsze winni są ludzie - wiadomo jednak, że nie myli się ten tylko, kto nic nie robi, czyli "Errare humanum est". Wśród Czytelników, którzy nadeślą przykłady błędów, będą co miesiąc losowane nagrody w postaci kitów z serii AVT-2000.

Mamy nadzieję, że podoba się Wam nowa formuła "Poczty". Piszcie do nas, cenimy Wasze listy, choć niestety na wszystkie nie zdołamy odpowiedzieć.

Jest to nasza wspólna rubryka, dlatego będziemy się do Was zwracać po imieniu bez względu na wiek.

Wszystkim, którzy do nas napisali dziękujemy za wyrazy życzliwości i pozdrowienia.

**W kilku listach** pojawiły się pytania, czy można nabywać archiwalne numery EdW? Tak - wystarczy na poczcie dokonać przedpłaty wykorzystując blankiet ze stron 61/62. Na wszystkich odcinkach blankietu należy wyraźnie zaznaczyć, których numerów dotyczy przedpłata. Niektórzy Czytelnicy ubolewali, że dopiero teraz zauważyli w kioskach tak cenne czasopismo, a przegapiali je w poprzednich latach. Nie martwcie się! Niczego nie straciliście - EdW ukazuje się dopiero od stycznia bieżącego roku.

**Stali czytelnicy** z województwa ostrołęckiego napisali:

*Z góry dziękujemy, że dla nas, początkujących znalazło się tak doskonałe pismo, chociaż jest to dopiero początek wydawania tej wspaniałości. (...) Jest tu nas spora paczka początkujących, na razie nie stać nas na prenumeratę tego wspaniałego pisma, ale od następnego półrocza chcielibyśmy je zaprenumerować. Na razie sytuacja finansowa nam na to nie pozwala, teraz jest zima i ciężko, żeby gdzieś zarobić parę groszy, a nasze województwo ostrołęckie jest biedne w pracę, co tu opisywać, sami rozumiecie. (...) Nie stać nas na zakup tak bardzo przydatnego i drogiego multimetru. Czy nie dałoby się, Droga Redakcjo, zamieścić schematu z opisem no i oczywiście płytek takiego multimetru RLCf? (...) Tylko może na polskich częściach (...), aby tylko były znane i dostępne. Mamy też trochę ruskich scalaków, może by coś z tego wybrać. (...) Znaleźliśmy schemat cyfrowego miernika RCf w (...). Zrobiliśmy płytki, skompletowaliśmy elementy i... nie działa. Złe rysunki płytki, schemat z nieszczegółowym opisem (...) jesteśmy po prostu załamani.*

Nasi Czytelnicy bardzo chcieliby samodzielnie wykonać dobry multimetr do pomiaru rezystancji, pojemności, indukcyjności i częstotliwości. Podjęli już dwie próby, obie zakończone niepowodzeniem. Proszą też o schematy przystawek do gitar elektrycznych.

Dziękujemy za miłe słowa! Zacytowaliśmy fragmenty tego listu, bowiem przedstawia on kilka bardzo ważnych problemów, z którymi, jak się wydaje, boryka się wielu naszych Czytelników.

Na początek bolesna sprawa braku funduszy. Jest nam naprawdę smutno, że część z Was rzeczywiście ma poważne trudności materialne, utrudniające zakup EdW. Nie myślcie, że zależy nam na sprzedaniu Wam jak największej ilości egzemplarzy, żeby na tym zarobić. EdW jest przede wszystkim nastawiona na nauczenie Was elektroniki. Jednak wydawanie fachowego czasopisma jest naprawdę kosztowne. Pozyskanie najlepszych fachowców, którzy potrafiliby pisać przystępnie o rzeczach trudnych, nie jest takie proste. Lecz i tak gros kosztów pochłania druk. Nie możemy obniżyć ceny, bo przecież piszecie, żebyśmy pozostali przy pięknej, pełnokolorowej formule pisma.

Mamy dla Was rozwiązanie. Każda szkoła, czy to podstawowa, czy średnia ma przecież jakieś fundusze na uzupełnianie biblioteki i czytelni. Zorganizujcie się więc, zredagujcie pisemną prośbę do kierownictwa szkoły i naprzykrzajcie się dopóty, dopóki do waszej szkoły nie zostanie zaprenumerowany przynajmniej jeden egzemplarz EdW. Macie do tego pełne prawo. Cenną pomocą mogą też być dla Was cztery serie biuletynu USKA - zawierają one pełny opis katalogowy najciekawszych układów scalonych i są oparte na oryginalnych katalogach. Zaprenumerujcie też Elektronikę Praktyczną i Elektora - choć nie są to pisma dla początkujących, znajdziecie tam mnóstwo cennych informacji.

Jesteśmy przekonani, że EdW powinna pojawić się dosłownie we wszystkich szkołach w kraju, choćby po to, żeby zachęcić nowych adeptów elektroniki. Zadbajcie o to!

Przedstawiona możliwość dotyczy także bibliotek i czytelni miejskich, gminnych czy dzielnicowych. Jedna osoba może nie będzie mieć odpowiedniej siły przekonywania, ale jeśli zbierzecie odpowiedną ilość podpisów, to na pewno osiągniecie cel - przecież to Wasi rodzice płacą podatki. Monitujcie więc do skutku władze lokalne i kierownictwa szkół.

I tu pomału doszliśmy do problemu aparatury pomiarowej.

Jesteśmy przekonani, że jeśli zorganizujecie odpowiednią grupę i odpowiedzialną osobę patronującą, np. nauczyciela czy innego instruktora, to osiągniecie jeszcze więcej. Przecież w każdym lokalnym budżecie są jakieś pieniądze na rozwój kultury. Ktoś decyduje o ich rozdziale. Zbadajcie tę sprawę starannie, wykażcie inicjatywę i wystąpcie pisemnie o zorganizowanie klubu, czy kółka elektronicznego w ramach Domu Kultury czy szkoły. Umożliwi to zakup podstawowych przyrządów pomiarowych: dobrego zasilacza, dwukanałowego oscyloskopu, generatora funkcyjnego, multimetru, a także podzespołów czy zestawów do montażu. Z czasem dokupicie, lub sami zbudujecie inne potrzebne przyrządy. Jest to też dla wielu z Was jedyna możliwość uzyskania najnowocześniejszych, ale i drogich układów scalonych.

W przeciwnym razie, pozbawieni dostępu do podstawowej aparatury pomiarowej niewiele zdziałacie, pozostaniecie w elektronicznej "epoce kamienia łupanego" i szybko się zniechęcicie.

Koniecznie napiszcie do nas jeśli uda się wam takie przedsięwzięcie, albo też gdy napotkacie poważne problemy.

Kochani! Wykonywanie we własnym zakresie multimetru chyba nie ma większego sensu. Nie mając odpowiednich przyrządów pomiarowych, nie zrobicie porządnego multimetru. Tymczasem gotowy fabryczny multimetr można kupić już za kilkadziesiąt złotych.

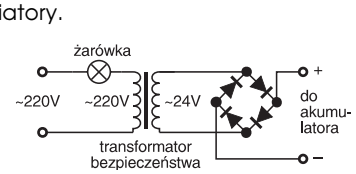
Nie myślcie też, że urządzenie wykonane we własnym zakresie będzie tańsze. Jeśli policzycie czas, koszty przejazdów, itp, to okaże się, iż fabryczna aparatura jest bardziej niezawodna, lepsza i tańsza. Jeśli budowane urządzenie będzie bardzo proste i tanie, to prawdopodobnie jego parametry będą bardzo niskie - nic nie ma za darmo.

Oscyloskop i multimetr niewątpliwie trzeba kupić. A inne przyrządy i przystawki rzeczywiście można robić samemu. Znamy tę sprawę z praktyki i będziemy prezentować na łamach EdW różne przyrządy i przystawki pomiarowe, takie które będą naprawdę przydatne dla Waszego laboratorium. Ale elektronika to nie tylko przyrządy pomiarowe: polecamy Waszej uwadze wszelkie użyteczne urządzenia z zakresu elektroniki domowej.

*Cd. na str. 8*

*Cd. ze str. 17*

**Marek Sowiński z Kalisza** napisał:
*Kochana Redakcjo! Czasopisma o tematyce elektronicznej zacząłem prenumerować zaledwie od 6 miesięcy, lecz od razu zainteresowały mnie zawarte tam wiadomości. Jestem elektromonterem, pracuję i do tego uczę się w technikum wieczorowym. Czcę wspomnieć, że jestem amatorem w dziedzinie elektroniki, mam 20 lat. (...) Nie będę ukrywał, że podoba mi się EdW, lecz trochę za mało jest przedstawianych projektów. Przede wszystkim spodobał mi się pomysł rubryki "Listy od Piotra" i "Dawnych wspomnień czar". Sposób, w jaki zwracacie się do czytelników "od razu uderza" i myślę, że nie zaprzestaniecie drukowania obu tych rubryk. Myślę, że są to podstawy tego pisma, także mam nadzieję, że cena będzie się utrzymywała na rozsądnym poziomie, by stać było każdego przeciętnego człowieka na zakup EdW. (...)*
Marek interesuje się modelarstwem. Pyta o schemat nadajnika i odbiornika radiowego do zdalnego sterowania. Niestety, w EdW nie będziemy w najbliższym czasie proponować budowy takiego systemu, bowiem wymaga to pewnego doświadczenia w zakresie techniki w.cz. Nie chcemy narażać naszych Czytelników na niepowodzenia, czy nawet konflikt z prawem. Dlatego proponujemy Ci, Marku wykorzystanie gotowych układów, choćby z tanich dalekowschodnich zabawek, lub skorzystanie z literatury specjalistycznej.
Dla miłośników modelarstwa mamy jednak bardzo dobrą wiadomość. Nasz niestrudzony wulkan świetnych pomysłów, redaktor Zbigniew Raabe przygotowuje cykl projektów wykorzystujących silniki skokowe (potocznie zwane krokowymi).
Marek pyta ponadto o prostownik do akumulatora "z dodatkowymi diodami". Istnieje wiele rozwiązań prostowników, więc nie możemy nic konkretnego powiedzieć, jeśli nie otrzymamy schematu. Jeżeli przyślesz nam schemat, wypowiemy się o jego użyteczności.
Generalnie ładowany akumulator możemy traktować jako potężną diodę Zenera, której napięcie nieco wzrasta w czasie ładowania. Oznacza to także, iż napięcie na akumulatorze niewiele się zmienia przy różnych prądach ładowania. Wynika z tego, że akumulator *musi* być ładowany przez urządzenie, które *ogranicza* prąd do pożądanej wartości, zależnej od jego pojemności. W najprostszym przypadku ograniczeniem takim jest wydajność transformatora: rozładowany akumulator ma niższe napięcie i prąd ładowania jest duży; podczas ładowania napięcie akumulatora wzrasta i prąd maleje.
Bardziej złożone prostowniki wyposażone są w układy automatyki zapewniające utrzymywanie stałej wartości prądu, niezależnie od napięcia akumulatora.
Ma to swoje zalety, bowiem umożliwia dokładną kontrolę ilości ładowanej energii. Pewną wadą jest jednak niebezpieczeństwo uszkodzenia akumulatora, przy zbyt długim okresie ładowania. Dlatego tego typu prostowniki powinny mieć wbudowane timery (układy czasowe) umożliwiające regulację czasu ładowania.
Przy wszelkich akumulatorach, zarówno kwasowych, jak i zasadowych, problemem jest stwierdzenie, czy akumulator jest już w pełni naładowany. W akumulatorach kwasowych takim objawem jest tzw. "gazowanie elektrolitu". Niezawodną metodą jest też pomiar gęstości elektrolitu. Gorzej jest w akumulatorach zasadowych - tam nie ma jakichś znacznych objawów pełnego naładowania.
Dlatego w obecnej erze akumulatorów bezobsługowych, powszechnie stosuje się metodę przybliżoną, opartą na pomiarze napięcia akumulatora. Metoda ta nie jest absolutnie niezawodna, szczególnie przy akumulatorach zużytych. Wzrasta wtedy bowiem rezystancja wewnętrzna zwiększająca napięcie akumulatora podczas ładowania. Sprawa pomiaru stopnia naładowania jest bardzo złożona, ogólnie biorąc, jedyną pewną metodą jest wyładownie akumulatora do napięcia minimalnego, naładowanie przepisaną ilością amperogodzin i kontrolne rozładowanie stałym prądem.
I jeszcze jedno. Wiele osób dziwi się często, jak to jest, że napięcie prostownika, zmierzone woltomierzem (gdy akumulator nie jest podłączony) jest mniejsze niż napięcie akumulatora, a jednak następuje ładowanie. Wydawałoby się, że przeczy to podstawowym prawom fizyki i prąd płynie ze źródła o napięciu niższym do akumulatora o napięciu wyższym. Czy wszyscy Czytelnicy EdW potrafią wyjaśnić, dlaczego tak jest?
Na razie podajemy Wam bodaj najprostszą metodę regulacji prądu ładowania. Należy zastosować transformator o wydajności większej niż potrzebna dla danego akumulatora i w jego obwodzie pierwotnym umieścić żarówkę. Prąd ładowania można regulować stosując żarówki o różnej mocy. Dobrym sposobem jest użycie tu popularnego transformatora bezpieczeństwa 220V/24V. Przy większych prądach należy diody wyposażyć w radiatory.




Można tą metodą ładować różne akumulatory, także 6-woltowe. Moc żarówki należy dobrać eksperymentalnie.

Podobne potrzeby zasygnalizował nam **Józef Blok**, zainteresowany prostownikiem wyposażonym w rozbudowane układy automatyki o prądzie regulowanym w zakresie 0 - 20A.
Możemy się zająć takim tematem, ale czy spotka się to z zainteresowaniem szerszego grona Czytelników?
Józef proponuje, aby wspomniany prostownik zapewniał też wspomaganie akumulatora podczas rozruchu. Chciałby także zobaczyć na łamach EdW schemat obwodów automatyki do spawarki.
Do wspomożenia akumulatora podczas rozruchu potrzebne są prądy rzędu setek amperów, co wymaga stosowania transformatorów o mocy rzędu 500W...2kW! W takim wypadku należy się liczyć z dużymi kosztami elementów dużej mocy i trudnością ich zdobycia, co dotyczy w szczególności transformatora. Na łamach Elektroniki dla Wszystkich staramy się przedstawiać projekty opierające się na elementach typowych, powszechnie dostępnych. Aż tak dużymi prądami i mocami nie możemy się zajmować szczegółowo na łamach EdW, nie jesteśmy bowiem w stanie zapewnić sensownej, taniej i powtarzalnej oferty niezbędnych podzespołów.
Wydaje się, że jedynym rozwiązaniem pozostaje przerabianie we własnym zakresie urządzeń "z demobilu" oraz najtańszych radzieckich i postradzieckich spawarek, które po sensownych cenach można kupić na bazarach. Nie wydaje się przy tym sensowne analizowanie na łamach EdW istniejących fabrycznych rozwiązań. Nasza pomoc może więc ograniczyć się jedynie do przedstawienia danych technicznych podzespołów mocy i przedstawienia sposobów ich sterowania. Ciekawsze doświadczenia i sukcesy możemy opublikować w dziale Forum Czytelników; służymy też bezpłatnie miejscem w kąciku giełda, gdzie można zamieścić ogłoszenie w celu wzajemnej wymiany informacji między osobami zainteresowanymi tematem (chyba nawet w tym miesiącu jest tam coś interesującego).
Natomiast jeśli większe grono Czytelników interesuje się zagadnieniem ładowania akumulatorów, to zamieścimy stosowne artykuły i opisy urządzeń. Napiszcie, czy chcecie dowiedzieć się czegoś więcej na ten temat, oraz jakiego typu i jakiej pojemności akumulatory chcielibyście ładować. Możemy też ogłosić konkurs lub poświęcić problemowi jedno z zadań w Szkole Konstruktorów.

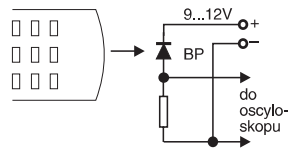
**Rafałowi Mozolewskiemu z Gdańska** dziękujemy za piękną pocztówkę z pozdrowieniami!

**Arek Koszelczuk z Warszawy** pyta, czy można przerobić magnetofon od komputera C-64 na zwyczajny magnetofon stereofoniczny.
Wydaje się nam, że nie warto próbować, nawet jeśli udałoby się to zrobić. Uzyskane parametry będą słabe. A może ktoś z Czytelników ma w tym zakresie doświadczenia i może pomóc Arkowi?
Chyba mimo wszystko lepszym rozwiązaniem będzie zdobycie jakiegoś, nawet używanego, Walkmana.

**Stanisław Zbierski** z województwa konińskiego przysłał nam schemat radiotelefonu na lampach bateryjnych z prośbą o przerobienie go na lampy sieciowe.
Z przykrością musimy stwierdzić, że niestety, w naszej młodej redakcji nie ma nikogo, kto dobrze znałby się na technice lampowej. Nie możemy więc spełnić prośby naszego szanownego Czytelnika.

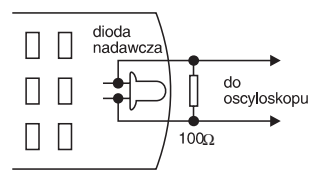
**Piotr Potocki** z Bodzechowa pisze:
*Szanowni Państwo! Na wstępie mojego listu pragnę wyrazić słowa uznania dla Waszego pisma, które dla mnie, czyli początkującego amatora jest doskonałe. Moja przygoda z Elektroniką zaczęła się w liceum, lecz z powodu trudności z nabyciem części dopiero teraz, czyli po studiach, wracam do niej z pełnym zapałem. (...)*
Piotr pyta, czy do współpracy z "Przełącznikiem sterowanym pilotem TV" (EdW 1/96) nadaje się pilot od pewnego odtwarzacza płyt kompaktowych, i czy ewentualnie trzeba zastosować inny układ odbiornika podczerwieni.
Nie potrafimy jednoznacznie odpowiedzieć na to pytanie, ale **najprawdopodobniej współpraca jest możliwa**.
Wszystko zależy od częstotliwości nośnej pilota. Rozkazy w formie ciągu zer i jedynek emitowane są przy wykorzystaniu impulsów o częstotliwościach nośnych rzędu kilkudziesięciu kiloherców. Jak podano w ramce na stronie 11 EdW1/96, czułość układu SFH505 jest największa przy częstotliwości nośnej impulsów promieniowania podczerwonego równej 30kHz i maleje do 50% przy częstotliwościach 25kHz i 37kHz. Ten element odbiorczy może więc być stosowany, jeśli częstotliwość powtarzania impulsów nośnych zawiera się w zakresie 25...40kHz. Dla upewnienia się należałoby to zmierzyć za pomocą oscyloskopu (duża dokładność pomiaru nie jest potrzebna). Jedną z możliwości jest użycie zwykłej fotodiody na podczerwień, np. BPY30...46, czy BPW84 w układzie jak na rysunku a. Dla uzyskania dużego sygnału, odległość od pilota powinna wynosić kilka centymetrów.

a)




Jeśli pilot da się bez problemów otworzyć, to wystarczy zmierzyć przebiegi na diodzie nadawczej pilota w układzie z rysunku b.

b)

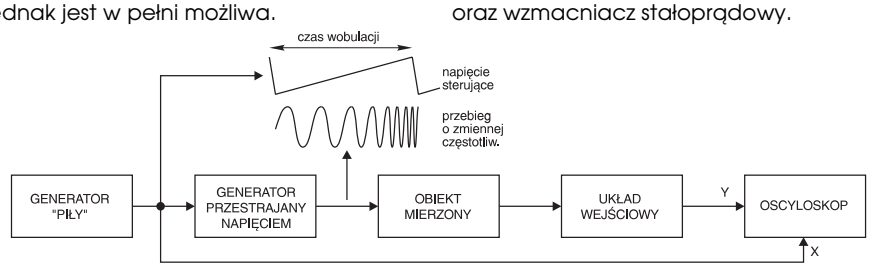



W razie gdyby częstotliwość była dużo większa niż 40kHz, co jednak jest bardzo mało prawdopodobne, należałoby zastosować inny układ odbiornika. Firma Siemens ma obecnie w swej ofercie nową rodzinę odbiorników SFH506, w skład której wchodzą wersje przeznaczone do pracy przy częstotliwościach nośnych 20, 33, 36, 38, 40 i 56. Natomiast Telefunken produkuje rodzinę TFMS5xx0, w której skład wchodzą odbiorniki na częstotliwości nośne 30...40kHz. Dwie środkowe cyfry oznaczenia wskazują częstotliwość pracy, np. TFMS5360 ma maksymalną czułość przy częstotliwości nośnej 36kHz.
Piotrze, gdybyś mimo wszystko miał kłopoty, sensowną alternatywą jest zakup taniego krajowego pilota, który na giełdzie kosztuje około 15 złotych.

Czytelnik **P.A z Krakowa** prosi o schemat przystawki do monitora kolorowego od komputera Amiga, umożliwiającego odbór programów TV (w tym dźwięku stereo). Obecnie nie możemy mu pomóc. Czy jednak ma to większy sens? Może ktoś z Czytelników mógłby coś doradzić? Czy można by tu wykorzystać magnetowid posiadający tuner?

**Zbigniew Wania** z Sieradza jest zainteresowany czujnikami ruchu.
Obecnie powszechnie używa się tzw. czujników pasywnych, które reagują na promieniowanie podczerwone wytwarzane przez wszystkie ciepłe przedmioty, również przez ciało ludzkie. Wykrywają one różnicę temperatur i ruch. Spotyka się też mikrofalowe czujniki ruchu, pracujące na zasadzie zbliżonej do radaru - są one jeszcze droższe.
Rzeczywiście, jak piszesz, ceny są dość wysokie, jednak w warunkach amatorskich nie da się wykonać dobrego czujnika podczerwieni pasywnej. Podzespoły elektroniczne nie są problemem - można je zdobyć bez kłopotu. Parametry czujki zależą natomiast w ogromnym stopniu od zastosowanej soczewki, a tej nie da się wykonać w garażu. Nie jest to typowa soczewka typu "szkło powiększające", tylko cienka płyta ze specjalnego tworzywa z mnóstwem okrągłych wypukłości. Taka płyta w rzeczywistości tworzy zespół wielu soczewek i tym samym "pole widzenia" czujnika jest podzielone na wiele wąskich stref. Czujnik wykrywa przemieszczanie się między tymi wąskimi strefami obiektu o temperaturze innej niż temperatura tła. Bez takiej soczewki czujnik jest praktycznie bezwartościowy i ma zasięg rzędu jednego metra. Każdy dobry producent czujników ma w ofercie kilka wymiennych soczewek. Standardowo stosuje się soczewkę tzw. objętościową do ochrony pomieszczeń. Ciekawostką jest możliwość zastosowania soczewki o tak dobranym układzie i zasięgu stref czułości, że "widzi" ona obiekty wyższe, np. idącego człowieka, a nie dostrzega np. psa chroniącego obiekty.
Dla właściwego działania każdy czujnik trzeba wyregulować - w zależności od wysokości zainstalowania należy ustawić w odpowiedniej pozycji płytkę z układem w stosunku do obudowy i ustawić zwory według instrukcji.
Biorąc to wszystko pod uwagę, proponujemy ci jednak kupno gotowego czujnika i to dobrej firmy, np. pozycja oznaczona A17 w ofercie AVT: czujka CROW MH-10. Do automatycznego sterowania światła w łazience będziesz musiał też zastosować zasilacz 12V, przekaźnik (np. RM81 12V) i prawdopodobnie układ czasowy.

**Piotr Kołacz z Szamotuł** ma problemy z uzyskaniem sensownego obrazu na oscyloskopie współpracującym z wobulatorem. Wobulator to generator przebiegu sinusoidalnego przestrajany napięciem. Wobulator o zakresie przestrajania 20Hz - 20kHz to świetna pomoc do szybkiego pomiaru pasma przenoszenia wszelkiego typu aparatury audio: wzmacniaczy, filtrów itp.
Ogólny schemat blokowy układu pomiarowego pokazany jest na rysunku.
Przede wszystkim jeśli dolna częstotliwość generatora wynosi przykładowo 20Hz, to czas wobulacji, czyli przestrajania od częstotliwości najniższej do najwyższej *musi wynosić przynajmniej kilka sekund!* Jeśli będzie krótszy, to wyniki pomiaru w zakresie najmniejszych częstotliwości będą niemiarodajne. Oczywiście obserwacja tak wolnego przebiegu na zwykłym oscyloskopie może być utrudniona, jednak jest w pełni możliwa.




Drugą sprawą jest "układ wejściowy" zaznaczony na rysunku.
W najprostszym przypadku oscyloskop należy podłączyć bezpośrednio do wyjścia obiektu badanego - bez jakichkolwiek prostowników (!). Można też zastosować prostownik, ale jeśli będzie on wyposażony w filtr uśredniający (praktycznie kondensator filtrujący), to może on fałszować wyniki przy najwyższych częstotliwościach. Temat rzeczywiście jest dość złożony, bowiem przy różnych czasach wobulacji i zakresach przestrajania należałoby stosować filtry o różnych stałych czasowych.
Ponadto i tak wynik na ekranie przedstawiony byłby w skali liniowej, a lepiej byłoby uzyskać skalę logarytmiczną (decybelową). W tym celu należałoby zastosować prostownik aktywny (opisany przy okazji prezentowania płytek wielofunkcyjnych), układ logarytmujący (wzmacniacz operacyjny z diodą lub tranzystorem) oraz wzmacniacz stałoprądowy.
We wszystkich przypadkach pozioma linia "podstawy czasu" przy braku sygnału na wejściu Y powinna być umieszczona na samym dole ekranu.

**Jerzy Piech** z Elbląga przysłał nam kartę z miłymi słowami. Przedstawił się jako "emeryt lubiący trochę pomajsterkować" i prosi nas, abyśmy kontynuowali temat "telefoniczny" i przedstawili układ miniwzmacniacza poprawiającego siłę głosu w słuchawce telefonu, zasilanego z linii abonenckiej. Rzeczywiście temat jest bardzo ciekawy. Chętnie spełnilibyśmy prośbę naszego szanownego Czytelnika, mamy jednak pewne wątpliwości, czy prezentować na łamach EdW projekty urządzeń, których stosowanie narusza obowiązujące przepisy. Jak wiadomo, wszystkie urządzenia dołączone do krajowej sieci telekomunikacyjnej powiny mieć homologację, czyli zezwolenie Ministerstwa Łączności.
Nasze pismo ma przede wszystkim charakter szkoleniowy, proponowane układy mają przede wszystkim walory poznawcze i mają służyć do eksperymentów.
Z drugiej strony wszyscy wiemy, jak wygląda codzienna praktyka, jeśli chodzi o przestrzeganie (częstokroć przestarzałych) przepisów w tym zakresie. Na razie więc nie możemy spełnić prośby p. Jerzego, ale myślimy o tym.

**Zbigniew Świerzewski** z Pudliszek pisze:
*Od niedawna jestem czytelnikiem miesięcznika "EdW". Długo szukałem odpowiedniego czasopisma, które potrafi jak najprościej przyswoić artykuły takim elektronikom jak ja (amatorom). To fajnie, że istnieje miesięcznik, który czyta się po prostu "od deski do deski" i z niecierpliwością czeka się na następny numer. Mam do redakcji "EdW" prośbę. Czy mógłbym uzyskać od Was (nawet odpłatnie) schemat regulatora temperatury: analogowego lub cyfrowego z wyświetlaczem LED lub LCD. (...)*
Zbyszku, jesteśmy elektronikami nie od dziś i śmiemy przypuszczać, że sam schemat niewiele ci pomoże. Nie wiemy, do czego Ci ten regulator jest potrzebny, czym ma sterować, jaka ma być maksymalna temperatura. W serii modułów AVT opisywanych w Elektronice Praktycznej możesz znaleźć wszystkie "klocki" do budowy potrzebnego ci regulatora (seria AVT-104 i 147).
Możemy opracować w redakcji EdW dowolny regulator, wykonamy też płytki, zapewnimy części, i to nie tylko dla Ciebie, lecz i dla innych. Napiszcie więc, kochani jakiego regulatora się spodziewacie. Prosty regulator temperatury można wykonać na płytce wielofunkcyjnej PW-01, opisujemy go na stronie 9.
Nie wiemy, gdzie w kraju można kupić obudowy do wieży "Diora" - w Warszawie na Wolumenie piszący te słowa kupuje takowe u p. Czarka z Łodzi.